ESCHERICH

DIE FORSTINSEKTEN MITTELEUROPAS

DRITTER BAND

VERLAG PAUL PAREY BERLIN

Die
Forstinsekten Mitteleuropas

Ein Lehr- und Handbuch

von

K. Escherich,
Dr. med. et phil., o. ö. Professor an der Universität München.

Dritter Band.

Spezieller Teil. Zweite Abteilung.

Lepidopteroidea: Die **„Schnabelhafte“** (Panorpatae); die **„Köcherfliegen“** (Trichoptera); die **„Schmetterlinge“ I** (Lepidoptera I): Allgemeines, Kleinschmetterlinge, Spanner und Eulen.

Mit 605 Textabbildungen und 14 Farbendrucktafeln.

BERLIN
Verlagsbuchhandlung Paul Parey
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW 11. Hedemannstraße 28 u. 29
1931.

Als Neuauflage von

Judeich - Nitsche,

Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde

bearbeitet.

ANHALTISCHE BUCHDRUCKEREI GUTENBERG GUSTAV ZICHÄUS G. M. B. H. DESSAU.

Vorwort.

Die Bearbeitung des III. Bandes fiel in eine Zeit größter Wandlungen in unserer Wissenschaft und Praxis (1923—1930). Unsere Wissenschaft ist heute kausal-analytisch eingestellt und steht unter dem Zeichen der epidemiologischen Forschung. Waren vordem die einfache Beobachtung und Beschreibung der Formen und Einzelerscheinungen die Hauptgrundlagen der Forstentomologie, so werden sie heute gebildet durch das physiologische Experiment im Laboratorium und die Erforschung der Wellenbewegungen der Gesamtbiocönose (in freier Natur) und ihrer ursächlichen Bedingtheit. Hat man vordem mit unbestimmten Begriffen und mehr oder weniger subjektiv gefärbten Meinungen operiert, so arbeitet man heute mit scharfen und klaren Definitionen und sucht unter Heranziehung großen Zahlenmaterials Gesetzmäßigkeiten der epidemiologischen Erscheinungen zu entdecken. In der kurzen Zeit seit Bestehen dieser Richtung sind schon sehr erfreuliche Fortschritte erzielt worden, die nicht nur für die Theorie, sondern auch für die Praxis von größter Bedeutung sind, und zu hohen Hoffnungen für die Zukunft berechtigen.

Diese Umstellung des Geistes bedeutet ein Heranreifen der angewandten Entomologie zur großen Wissenschaft vom Range der Chemie und Physik, deren Ergebnisse weit über das eigene Gebiet hinaus allgemeines Interesse finden werden (z. B. Bevölkerungslehre). Sie stellt andererseits aber auch weit höhere Forderungen an den Forscher und die Ausrüstung der forstentomologischen Institute[1]) (s. S. 51—71). Die ausführliche Behandlung, die verschiedene Abschnitte im allgemeinen wie im speziellen Teil des vorliegenden Bandes erfahren haben, ist durch jene Umstellung genügend gerechtfertigt.

Was die Wandlungen in der Praxis betreffen, so beziehen sich diese vor allem auf die chemische Bekämpfung. War diese, als ich die ersten Bände dieses Werkes schrieb, im Forstschutz so gut wie unbekannt, so steht sie heute im Mittelpunkt des Kampfes gegen unsere Großschädlinge (s. S. 82—100).

Zu diesen beiden Momenten kam noch ein drittes: In der Zeit seit Erscheinen des II. Bandes ereigneten sich mächtige Waldkatastrophen von bisher unbekannter Heftigkeit und Ausdehnung. Sie gaben der Wissenschaft seltene Gelegenheit zum Studium des Ablaufs der Epidemien und zum Sammeln von praktischen Erfahrungen. In dieser Beziehung ist bei der Auswertung der letzten bayerischen Kieferneulenkalamität Vorbildliches geleistet worden: Mit zielbewußter Fragestellung und Arbeitsteilung haben hier Zoologen, Botaniker und Praktiker zusammengearbeitet, und so in einem Jahr sowohl bezüglich der wissenschaftlichen Erkenntnis als auch

---

[1]) Das während des Druckes dieses Bandes erschienene Werk meines Freundes K. Friederichs (Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. Berlin 1930. Paul Parey) gibt dem beredten Ausdruck.

deren praktischen Anwendung große Fortschritte erzielt (s. den Abschnitt über die Eule).

Die hier angeführten Umstände haben die Bearbeitung des III. Bandes wesentlich beeinflußt. So hat denn der vorliegende Band teilweise auch schon äußerlich ein verändertes Gesicht erhalten gegenüber den bisherigen forstentomologischen Darstellungen.

Wie bei den beiden ersten Bänden, so habe ich mich auch bei diesem Band um die Beschaffung eines möglichst reichen und guten Bildmaterials bemüht. Da es bei der Beschreibung der Schmetterlinge und Raupen sehr viel auf die Färbung ankommt, so wurde eine Reihe farbiger Tafeln beigegeben, die die wichtigsten Typen der Schmetterlinge und Larven zeigen. Der größte Teil der Schmetterlingstafeln wurde von Prof. Dr. J. von Kennel verfertigt[1], der durch sein klassisches und monumentales Tortricidenwerk sowohl als Kenner und Forscher der Kleinschmetterlinge als auch als Künstler Weltruf genießt. Ich betrachte es als eine besonders glückliche Fügung, daß Herr von Kennel just zur rechten Zeit von Dorpat nach München übersiedelte und sofort bereitwilligst die nicht leichte Aufgabe trotz seines Alters übernahm, die er in ausgezeichneter Weise gelöst hat[2].

Außer den Schmetterlings- und Raupentafeln wurden noch drei nach Farbenphotographien hergestellte Tafeln mit Habitusbildern von Raupenfraß beigegeben, die auch demjenigen, der noch keine größere Kalamität gesehen, einen guten Begriff vom Aussehen und von der Größe des Schadens geben werden. Für die wichtigsten Großschädlinge ließ ich ferner Karten anfertigen, die die Schadgebiete (nach dem Vorkommen von über 100 Jahren) im Zusammenhang mit den Jahresisothermen und Niederschlagsmengen zeigen; ich glaube, daß sie Manchen zum Nachdenken anregen werden[3].

Auch an Textabbildungen wurde nicht gespart, ihre Zahl beträgt über 600, wovon ein großer Teil Originale sind. Fast alle der letzteren sind nach Photographien reproduziert, die von Herrn Oberpräparator W. Seiff aufgenommen wurden und die in bezug auf Klarheit und Schönheit kaum zu übertreffen sind. Die Originalzeichnungen sind zum großen Teil von Dr. E. O. Engel (München) mustergültig gefertigt.

Bezüglich der systematischen Übersichtstabellen, Beschreibungen, der Nomenklatur usw. stützte ich mich in der Hauptsache auf Spulers großes Schmetterlings-Werk, auf Kennels „Paläarktische Tortriciden" und der Heringschen Bearbeitung der Schmetterlinge in Brohmers Tierwelt Mitteleuropas.

Leider mußte davon abgesehen werden, die gesamten Schmetterlinge, wie ursprünglich geplant, in den III. Band aufzunehmen, da dadurch dessen Umfang zu groß geworden wäre. Die Behandlung der Spinner, Schwärmer und Tagfalter wird daher erst im IV. Band erfolgen, der als

[1]) Nur zwei Tafeln (Spanner und Eulen) sind nach farbenphotographischen Aufnahmen hergestellt.

[2]) Die Kosten zur Anfertigung der farbigen Bilder wurden aus der Joh. Christ. Kloepferschen Forststiftung bestritten.

[3]) Die Karten wurden schon vor mehreren Jahren hergestellt. Heute, nach den neuesten Erkenntnissen über die Zusammenhänge von Klima und Gradation, würde ich weniger Wert auf die Jahresisothermen legen.

Schlußband des Werkes neben diesem Rest der Schmetterlinge noch die übrigen Insekten, also die Hymenopteren, Dipteren und Rhynchoten enthalten wird.

Mit einem Gefühl von Genugtuung kann ich feststellen, daß vieles, ja sehr vieles von dem Neuen, das im vorliegenden Band zur Darstellung gelangt, auf Arbeiten beruht, die im Münchener Institut entstanden sind. Wenn trotz der geringen Mittel, die dem Institut zur Verfügung stehen, soviel geleistet werden konnte, so ist dies vor allem auf die selbstlose Hingabe und hohe Begeisterung zurückzuführen, von der alle meine Mitarbeiter, vom ersten Assistenten bis zur Hilfspräparatorin, erfüllt sind. Ihnen allen möchte ich hier in erster Linie herzlichst danken für ihre Treue und unentwegte Arbeit, ohne die der III. Band in der vorliegenden Form nicht hätte zustande kommen können.

Daß aber überhaupt eine Arbeit größeren Stiles möglich wurde, ist das Werk des Chefs der bayerischen Forstverwaltung, des Staatsrates Theodor Mantel, der die hohe Bedeutung der Forstentomologie für den Forstbetrieb klar erkennend keinen nur irgendwie gangbaren Weg unbenützt ließ, unsere Bestrebung zu unterstützen. Ihm sei hierfür der ergebenste Dank ausgesprochen.

Großen Dank schulde ich noch Herrn Ministerialdirektor Streil und Herrn Oberregierungsrat Schuster (Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft), die seit einer Reihe von Jahren die Arbeiten unseres Institutes in der großzügigsten Weise gefördert haben, und durch deren Entgegenkommen es auch ermöglicht wurde, den vorliegenden Band mit bunten Tafeln zu schmücken. Ebenso großen Dank schulde ich auch der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, die stets helfend eingegriffen hat, wenn wir am Ende unserer Mittel waren. Durch ihre Hilfe wurden wir in den Stand gesetzt, das für die wichtigen epidemiologischen Forschungen unentbehrliche Instrumentarium anzuschaffen.

Groß ist die Zahl der Kollegen, die mir in Einzelfragen stets in liebenswürdigster Weise Auskunft gaben, und denen ich hierfür auch hier danken möchte. Ich nenne vor allem: W. Berwig (Sigmaringen), F. Bodenheimer (Jerusalem), C. Börner (Naumburg), G. Cecconi (Florenz), H. Eidmann (Hann.-Münden), E. O. Engel (München), J. Fahringer (Wien), H. Gasow (Münster), Anton Handlirsch (Wien), M. Hering (Berlin), N. A. Kemner (Stockholm), E. Malenotti (Verona), Benno A. Marcus (München), S. Mokrzecki (Warschau), K. von Rosen (München), E. Schimitschek (Wien), O. Schneider-Orelli (Zürich), K. T. Schütze (Rachlau), M. Seitner (Wien), Max Sindersberger (Ansbach), der mir die Darstellung über die Organisation der Eulenbekämpfung zur Verfügung gestellt hat, P. Spessivtseff (Stockholm), L. Sprengel (Neustadt a. H.), F. Stellwaag (Neustadt a. H.), J. Trägårdh (Stockholm), Aug. Thienemann (Plön), H. Thomann (Landquardt), K. von Tubeuf (München) und A. von Vietinghoff (Neschwitz), welch letzterer die verschiedenen Abschnitte über die Bedeutung der Vögel als Vernichtungsfaktor bearbeitet hat.

Ganz besonderen Dank schulde ich endlich W. Zwölfer, der mir bereitwilligst die Ergebnisse seiner im Gang befindlichen Forschungen überlassen hat, und dem auch sonst keine Arbeit zuviel wurde, wo es sich um den Fortgang und die Vollendung des III. Bandes handelte. Welch große

Förderung durch ihn die Epidemiologie erfahren hat, wird Jedem klar werden, der den Abschnitt über die Kieferneule studiert.

Dr. Zwölfer hat sich auch sehr wesentlich an der Korrektur des Werkes beteiligt. Diese wurde außerdem in dankenswerter Weise noch von Herrn W. Seiff und Fräulein Berta Führer mitbesorgt; ersterer hat auch das Register bearbeitet.

Endlich sei noch dem Verleger gedankt, der allen meinen Wünschen entgegengekommen ist und keine Mühe und Kosten gescheut hat, dem III. Band eine in jeder Beziehung vorbildliche Ausstattung zu geben.

München, im März 1931.

K. Escherich.

Inhalt des dritten Bandes.

Verzeichnis der Farbendrucktafeln.

Druckfehlerverzeichnis zu Bd. III.

S. 140 Zle. 17 von unten: Lies Tutt statt Taut.
S. 215 Zle. 21 von unten: *xylosteana* L. gehört zu *Cacoecia* und ist zwei Zeilen tiefer unter *Cacoecia podana* Scop. zu setzen.
S. 231: Im Text zu den Abbildungen 192 und 193 lies *murinana* statt *muriana*.
S. 355 Zle. 1: *var. putaminana* ist zu streichen.
S. 375 Abb. 322: Die Abbildung der Puppe umkehren.
S. 379 Zle. 6 von oben: lies Enderlin statt Enderlein.
S. 379 Zle. 16 von oben: lies Fankhauser statt Fankhausen.
S. 379 Zle. 4 von unten: lies Landmann statt Ladmann.
S. 431 Zle. 5 von unten: ist zu **Hyphantidium** der Autorname **Scott.** zu setzen.
S. 539 Zle. 10 von unten: lies Osterheld statt Osterhold.

Ordnungsgruppe Lepidopteroidea.

Mundteile kauend oder saugend, oft stark rückgebildet, Prothorax klein, frei oder mit dem Mesothorax verwachsen, dieser meist der größte Abschnitt der Brust. Flügel meist wohl ausgebildet (selten reduziert), gleichartig, meist mit typischem, vollkommenem Geäder, häutig, mit oder ohne Schuppen. Larven meist raupenähnlich (eruziform). Holometabole Entwicklung mit freier oder bedeckter Puppe.

Die *Lepidopteroidea* enthalten 3 Ordnungen:

Panorpatae (Schnabelhafte),
Trichoptera (Köcherfliegen),
Lepidoptera (Schmetterlinge).

Die beiden ersten Ordnungen werden hier, da forstlich kaum von Belang, nur kurz erwähnt, während die Schmetterlinge, denen in forstlicher Beziehung die größte Bedeutung unter allen Insekten zukommt, eine ausführliche Darstellung verlangen, die sowohl diesen ganzen III. Band, als auch noch einen Teil des IV. Bandes einnehmen wird.

Ordnung Panorpatae (Schnabelhafte).

Die Schnabelhafte, die früher wegen ihres netzartigen Flügelgeäders zu den Netzflüglern (Neuropteren, s. Bd. II, S. 29) gestellt wurden, bilden eine kleine Gruppe von vorwiegend mittelgroßen, schlanken Insekten, meist mit 4 gleichartigen, zarthäutigen, voneinander unabhängigen Flügeln, die in der Ruhe flach über dem Abdomen liegen.



Abb. 1. Schematische Darstellung einer *Panorpa*. Nach Handlirsch.

Die Bezeichnung „Schnabelhafte" rührt von dem schnabelartig nach unten verlängerten Kopf her (Abb. 1). An der Spitze des Schnabels befinden sich die Mundwerkzeuge: die kleinen Mandibeln, die Mittelkiefer (1. Maxillen) mit getrennten Laden und 5gliedrigen Tastern und die Hinterkiefer (Labium) mit 2—3 gliedrigen Tastern. Fühler vielgliedrig, gleichartig borstenförmig, hoch oben auf der Stirn vor oder zwischen den großen Fazettenaugen inserierend.

Prothorax klein, frei, Meso- und Metathorax groß. Die beiden Flügelpaare sowohl in Größe und Form, als im reich entwickelten Geäder einander sehr ähnlich, nicht beschuppt und nicht auffallend dicht behaart, oft mit Binden oder Fleckenzeichnung. Beine schlank, mit freien, großen Hüften und 5gliedrigen Tarsen. Abdomen meist schlank, mit oft mehrgliedrigen Cerci, Männchen oft mit großen Gonopoden. Darm ohne Saugmagen, dagegen mit Kaumagen (oder behaartem Proventriculus).

Larven raupenähnlich mit 3 Brustfüßen und meist auch noch mit einer Reihe von mehr oder weniger ausgebildeten Bauchfüßen.

Die Imagines wie die Larven sind Landtiere, die räuberisch oder von Aas leben.

Die Ordnung der *Panorpatae* hat einen ausgesprochenen Reliktcharakter. Bei uns kommen nur wenige Arten vor (Handlirsch gibt für die ganze paläarktische Region nur 26 Arten an), von denen wir hier nur eine, nämlich die bekannte Skorpionfliege, erwähnen wollen.

Panorpa communis L. (Gemeine Skorpionshaft, Skorpionsfliege.)

Ein schlankes, langbeiniges Insekt mit 4 großen gescheckten Flügeln (Abb. 2). Eine besondere Eigentümlichkeit, die dem Tier den Namen „Skorpionsfliege" eingetragen hat, besteht darin, daß das Männchen das Hinterende seines Abdomens, das von dem großen, blasig aufgetriebenen Klammerorgan gebildet wird, ähnlich wie der angreifende Skorpion nach oben und vorn gehoben trägt (Abb. 1).



Abb. 2. *Panorpa communis* L., Skorpionsfliege.

Die Panorpen treiben sich an Gebüschen und Hecken umher, an Stellen, an denen der Boden nicht zu trocken ist. Bisweilen sieht man, wie die Tiere ihre Flügel langsam wippend auf und nieder bewegen. „Im Flug legen sie immer nur kurze Strecken zurück, sie suchen sich regelmäßig schon bald wieder einen Stützpunkt und sind daher im allgemeinen nicht schwer zu erbeuten" (Heymons).

Die Skorpionsfliegen galten früher allgemein als Räuber. Neuere Beobachtungen zeigen jedoch, daß nur tote Insekten angefallen werden oder nur solche lebende, die verwundet sind, und zwar namentlich dann, wenn Körpersäfte ausgetreten sind. Sowohl der japanische Entomologe Miyaké, als auch der Schweizer Forscher Stäger sind durch eine Reihe von Versuchen übereinstimmend zu diesem Ergebnis gelangt. Völlig gesunde Insekten wurden niemals von den Panorpen angegriffen oder auch nur gestört. So scheinen sie also die Rolle von Aasgeiern in der Insektenwelt zu spielen, die mit toten und verletzten Tieren aufräumen (Stäger).

Doch nehmen die Skorpionsfliegen auch Honigtau von Blättern auf, sowie Honig aus Blüten. Sie besuchen dabei manche Blumen mit etwas tiefer gelegenem Honig und senken dann den schnabelförmigen Kopf in die einzelnen Honigröhren. „Man könnte sogar geneigt sein, die schnabelartige Kopfverlängerung als eine Anpassung an die Honiggewinnung aus diesen Blüten zu betrachten" (Knuth, Handbuch der Blütenbiologie).

Die Eier (17—20 Stück) werden in kleine Erdspalten und Löcher abgelegt. Die jungen Lärvchen schlüpfen in 8—11 Tagen. Anfangs leben sie in einem engen Knäuelchen einige Millimeter tief unter der Erde beisammen, um sich erst später zu trennen.

Die Larven (Abb. 3) sind raupenartig, besitzen 3 Brustfüße und 8 kegelförmige Bauchfüße, außerdem kann am 10. Hinterleibsring ein 4fingeriger

Fortsatz (die „Haftgabel“ Brauers) vorgestülpt werden, der als Haftorgan dient beim Bohren von Erdgängen. Bezüglich der Nahrung verhalten sich die Larven wie die Imagines, d. h. auch sie nehmen nur tote oder verletzte Insekten auf, während sie unverletzte Tiere völlig unbehelligt lassen.

Die ausgewachsene Larve geht tiefer in die Erde und verwandelt sich zur freien Puppe, deren letzte Hinterleibsringe in beiden Geschlechtern nach der Rückenseite hin umgebogen sind. Kurz vor dem Ausschlüpfen steigt die Puppe bis zur Oberfläche vor.



Abb. 3. Larve von *Panorpa communis* L. Nach F. Brauer (aus Handlirsch).

Literatur über Panorpatae.

Brauer, Fr., 1863, Beiträge zur Kenntnis der Panorpiden-Larven. — Vrhdl. zool.-bot. Ges. Wien.

Handlirsch, A., *Panorpatae*. In: Schröders Handbuch der Entomologie, Bd. III, S. 840 ff.

Heymons, R., 1915, *Panorpatae*. — Brehms Tierleben. Insektenband.

Miyaké, 1913, The Life-History of *Panorpa klugi* M'Lachl. — Journ. Coll. Agr. Imp. Univers. Tokyo. IV. 2.

Stäger, R., 1917, Beitrag zur Biologie der Skorpionsfliege. – Soc. entom. Jhrg. 32.

Ordnung Trichoptera (Köcherfliegen).

Kleinere oder mittelgroße, schlanke, an gewisse Schmetterlinge erinnernde Tiere (Abb. 4), mit freiem, vertikal stehendem, nicht schnabelartig verlängertem Kopf, mit kauenden, allerdings mehr oder weniger reduzierten Mundteilen und gleichartigen,



Abb. 4. Imago eines Trichopteren. Nach Handlirsch.



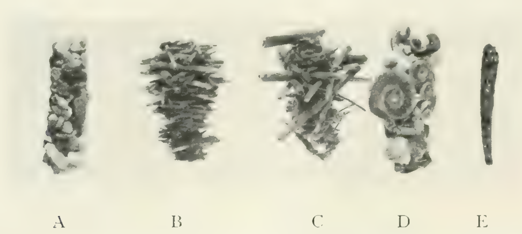
Abb. 5. Larven von Trichopteren, *a* „eruciformer“ Typus, *b* „campodeoider“ Typus. Nach Ulmer (aus Handlirsch).

meist langen, borstenförmigen Fühlern. Fazettenaugen gut entwickelt, Ocellen vorhanden oder fehlend. Mandibeln rudimentär oder fehlend. Mittelkiefer (1. Maxille) klein, meist mit 5gliedrigen Tastern (beim Männchen oft 4gliedrig), Hinterkiefer (Labium) einen eigenartigen schaufelförmigen Schöpfrüssel (Haustellum) darstel-

lend, mit meist 3 gliedrigen Tastern. Prothorax klein, frei, nur einen schmalen Ring bildend, Mesothorax stark entwickelt, Metathorax meist etwas kleiner. Flügel ziemlich gleichartig, zart, häutig, meist dicht behaart. Hinterflügel mit den Vorderflügeln meist durch Haftapparate verbunden (wie bei den Schmetterlingen). In Ruhestellung legen sich die beiden Flügelpaare wie bei vielen Schmetterlingen dachförmig über den Leib. Das Längsgeäder mäßig verzweigt, Queradern nur einzeln vorhanden. Beine schlank, mit großen, frei nach unten abstehenden Hüften, Schienen immer mit Sporen, Tarsen 5 gliedrig. Abdomen mit 10 Segmenten, 10. Segment oft mit 1—2 gliedrigen Cerci. Gesamtfärbung meist düster.

Die im Wasser lebenden Larven (Abb. 5) sind entweder prognath (campodeid) oder hypognath, d. h. mit vertikal gestelltem Kopf und raupenartigem Habitus (eruciform). Die meisten bauen sich kunstvolle Röhren oder Köcher, die sie mit sich herumtragen. Als Material benützen die einzelnen Arten die verschiedensten Materialien: kleine, kurze Pflanzenstengelchen, die sie quer oder schief zusammenfügen, bald Steinchen oder Muschelschalen oder Schneckengehäuse, die sie miteinander fest verkleben. Die Köcher sind charakteristisch für die verschiedenen Arten (Abb. 6).

Die Larve lebt im Köcher verborgen und streckt nur zum Fressen und Fortbewegen den Kopf und die Beine aus der vorderen Öffnung heraus.



A B C D E

Abb. 6. Verschiedene Köcherformen von Trichopterenlarven. A *Limnophilus rhombicus* L., B—D *Limnophilus flavicornis* F., E *Limnophilus vittatus* F.[1]).

Sie ist meist so fest im Köcher verankert, daß es nicht leicht ist, sie aus demselben herauszuziehen. Die Atmung unter Wasser wird durch lange, dünne Kiemenfäden, die am Hinterleib angebracht sind, ermöglicht.

Die Imagines ruhen gewöhnlich am Tage träge in der Nähe eines Gewässers. Es gibt aber auch Arten, die wahre Tagtiere sind; man sieht sie „in leichtem, hüpfendem Flug über den Wasserspiegel dahinschweben, oder man erblickt sie bei warmem, windstillem Wetter in kleinen Schwärmen in der klaren Luft, in der sie nach Art der Mücken oder Eintagsfliegen tanzen" (Heymons).

Die Eier werden fast immer ins Wasser abgelegt, meist „in Form gallertiger Laichmassen, in der Regel an einen Stein oder eine Pflanze unterhalb des Wasserspiegels".

Über die Nahrung der Imagines ist noch wenig bekannt, ja man hat sogar darüber gestritten, ob sie überhaupt Nahrung aufnehmen. Doch steht wohl außer Zweifel, daß sie Flüssigkeiten zu sich nehmen. Der finnische Forscher Siltala sah einige Arten an Spiraeen Honig lecken. Die Larven leben größtenteils von Wasserpflanzen. Doch ziehen manche Arten „tierische

[1]) Die Bestimmung der Köcher verdanke ich Herrn Prof. A. Thienemann.

Kost vor und räumen tüchtig unter den kleinen Flohkrebschen und ähnlichem Süßwassergetier auf".

Es gibt auch Holzzerstörer unter ihnen. „Wie Siltala berichtet, wurde in Finnland eine Brücke von Köcherfliegenlarven *(Hydropsyche)* schwer beschädigt, die Tiere hatten die unter Wasser befindlichen Teile angenagt und in das Kiefernholz Löcher bis zu 8 cm Tiefe gefressen" (Heymons).

Ist die Larve ausgewachsen, so verwandelt sie sich in dem Köcher zu einer freien Puppe. Der Köcher wird vorher an einem Stein oder einer Pflanze befestigt und oft vorn und hinten mit einem siebartigen Gespinst verschlossen. Die Puppe verläßt vor dem Schlüpfen das Gehäuse, schwimmt zur Wasseroberfläche oder an das Ufer, um dort nach Sprengung der Puppenhaut das fertige Insekt zu liefern.

Köcherfliegen kommen in allen Erdteilen vor, am reichsten sind sie in den kälteren und gemäßigten Gebieten vertreten. Als häufige Arten in unseren Gegenden seien genannt: *Phryganea grandis* L. (die große Wassermotte), deren braune, unregelmäßig gefleckte Flügel bis 6 cm spannen, und deren Larven „in tütenförmigen Gehäusen leben, die sie aus kleinen Pflanzenstengeln und ähnlichen Pflanzenteilen in Form einer linksgewundenen Spirale zusammenfügen", *Limnophilus rhombicus* L., deren Köcher aus zahlreichen kurzen Pflanzenstückchen, quer und schief zusammengefügt, und *Limnophilus flavicornis* F., deren Larvengehäuse meist aus allerlei winzigen Schneckenschalen und kleinen Muscheln besteht.

Forstlich haben die Köcherfliegen nur durch den einen oben mitgeteilten Fall von der Zerstörung von Brückenpfosten durch die Larven einer *Hydropsyche*-Art einiges Interesse.

Literatur über Trichopteren.

Handlirsch, A., 1925, Ordnung *Trichoptera*. In: Schröders Handbuch der Entomologie. Bd. III, S. 845 ff.

Heymons, R., 1915, Ordnung Wassermotten, Köcherfliegen (Trichopteren). Brehms Tierleben, Insektenband, S. 205 ff.

Silfenius (Siltala), A. J., 1902 bis 1903, Über die Metamorphose einiger Phryganiden. — Acta soc. faun. fenn. XXI, XXV u. XXVII.

—, 1903, Über die Metamorphose einiger Hydropsychiden. — Ebenda.

—, 1906, Über den Laich der Trichopteren. Ebenda XXVIII.

Thienemann, A., 1908, Trichopteren-Studien. — Zeitsch. f. wiss. Insektenbiologie.

Ulmer, G., 1901—1904, Beiträge zur Metamorphose der deutschen Trichopteren. — Allg. Zeit. f. Ent.

—, 1907, *Trichoptera*. — In: Genera Insectorum.

Ordnung Lepidoptera.

Die Schmetterlinge, *Lepidoptera*, sind charakterisiert durch saugende Mundwerkzeuge, durch Verwachsung der drei Brustabschnitte (von denen die Vorderbrust sehr klein, ringförmig ist), durch die Beschuppung der vier Flügel und durch eine vollkommene Verwandlung (mit echten Raupen). Sie stellen eine sehr artenreiche, aber doch relativ recht gleichartige Insektengruppe dar, „die mehr durch die Mannigfaltigkeit und Farbenpracht der Flügelbeschuppung als durch höhere morphologische Differenzierung auffällt, obwohl bei näherer Untersuchung sich natürlich im gesamten Körperbau allerlei Modifikationen nachweisen lassen" (Handlirsch).

Die Größe und Form der Schmetterlinge ist starken Schwankungen unterworfen, von riesigen Tieren mit 27 cm Spannweite bis zu den winzigen Neptikulen mit nur 5 mm Spannweite finden sich alle möglichen Zwischengrößen. Ebenso existieren bezüglich der Form eine große Reihe von Übergängen, an deren einem Ende die breitflügeligen Tagfalter, am anderen die Motten mit ihren schmalen, lanzettlichen Flügeln stehen.

I. Allgemeiner Teil.

1. Kurze Übersicht über die Morphologie und Anatomie.

A. Imago.

Der Kopf und seine Anhänge.

Der gewöhnlich halbkugelige Kopf der Schmetterlinge ist verhältnismäßig klein und sitzt mit breiter Basis, wenig beweglich und vertikal ge-

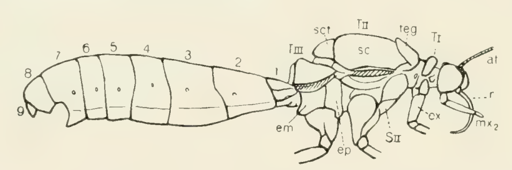


Abb. 7. Körper eines Tagfalters. Seitenansicht, schematisch. Vergr. Nach Handlirsch. *at* Fühler, *r* Rüssel-Außenladen der 1. Maxille, mx_2 Taster der 2. Maxille, *T I* Prothorax, *T II* Mesothorax, *T III* Metathorax, *teg* Tegula, *sc* Scutum, *sct* Scutellum, *ep* Episternum, *em* Epimerum, *S II* Sternum des Mesothorax, *cx* Hüfte, *1—9* die Abdominalsegmente.

stellt, am Prothorax. Die seitlich stehenden, fast kugeligen Fazettenaugen sind durchgehends sehr gut entwickelt. Bei vielen Formen sind auch Ocellen, stets in der Zweizahl, vorhanden, die auf dem Scheitel zwischen den Facettenaugen stehen (sie fehlen bei den Tagfaltern, vielen Spinnern, den Spannern und anderen Familien).

Hinter den Ocellen kann noch ein weiteres Sinnesorgan, das sog. Chaetosema, liegen, dessen Funktion noch nicht geklärt ist. Es besteht aus einer halbkugelförmigen Erhöhung, von der radial feine Börstchen abstehen (Abb. 8).

Die Fühler sind bei fast allen Schmetterlingen gut entwickelt. Das erste Glied (Wurzelglied, Scapus) ist meist besonders stark ausgebildet, auch das zweite (Pedicellus) ist gewöhnlich noch stärker; an dieses setzt sich der meist aus sehr vielen Gliedern bestehende Endteil (Geißel) an (Abb. 9b). Die Gestaltung der Fühler ist verschieden und mehr oder weniger charakteristisch für die einzelnen Gruppen. So sind sie bei den Tagfaltern gekeult, bei den übrigen Faltern meist zugespitzt, wobei sie borsten- oder fadenförmig, spindelförmig, ferner bewimpert, gesägt, gekämmt, einfach oder doppelt gefiedert usw. sein können (Abb. 9). Nicht selten zeigen die Fühler einen Sexualdimorphismus, indem die männlichen Fühler weit stärker ausgebildet sind als die weiblichen (besonders auffällig bei den Spinnern, z. B. Nonne).

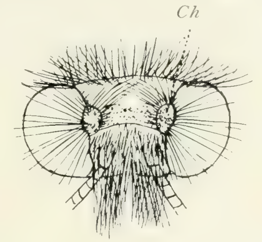


Abb. 8. Kopf eines Schmetterlings mit Chaetosema (*Ch*). Nach Jordan (aus Handlirsch).

Die Mundteile gehören bei fast allen Schmetterlingen dem saugenden Typus an, nur bei einigen wenigen, sehr primitiven Formen (Micropterygiden) finden wir noch ursprünglich „kauende" Mundteile mit wohl

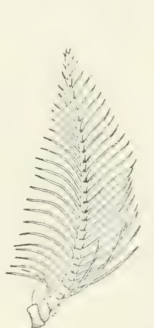
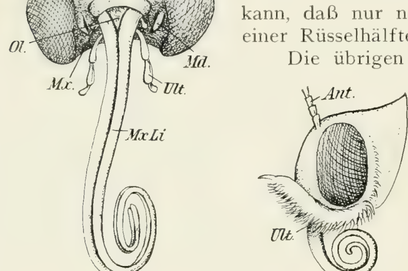



Abb. 9. Verschiedene Formen von Schmetterlingsfühlern: a „gekeult" (Tagfalter), b „borstenförmig" (Spanner), c doppelt gekämmt (Psychide). Nach Spuler.

entwickelten gezähnten Mandibeln, mit 2 Kauladen und gut entwickelten Tastern versehene Mittelkiefer und eine relativ gut erhaltene Unterlippe.

Den Hauptteil der saugenden Mundwerkzeuge stellt der „Saugrüssel", auch „Rollzunge" genannt, dar (Abb. 10). Er wird gebildet von den beiderseitigen, in die Länge gezogenen Außenladen der 1. Maxillen, die,

auf der Innenseite rinnenförmig ausgehöhlt, sich der ganzen Länge nach aneinanderlegen und durch einen ungemein regelmäßigen und feinen Borstenbesatz an den scharfen Rinnenrändern zusammengehalten werden. Sowohl außen an der Rüsselspitze als im Innern der Röhre sind haarartige Sinnesorgane vorhanden. Bei manchen Formen sind an der Rüsselspitze sog. „Saftbohrer" vorhanden (umgewandelte Tastzäpfchen), die ein Anritzen der Nektarien zum Zwecke leichterer Honiggewinnung gestatten. Die Ausbildung des Rüssels kann sehr verschieden sein. Bei den auf den Besuch tiefkelchiger Blumen angewiesenen Schwärmern, z. B. beim großen Windenschwärmer (*Sphinx convolvuli* L.) übertrifft der Rüssel den Körper bedeutend an Länge, während bei anderen Formen die Reduktion des Rüssels so weit gehen kann, daß nur noch je ein Knöpfchen den Rest einer Rüsselhälfte anzeigt[1].



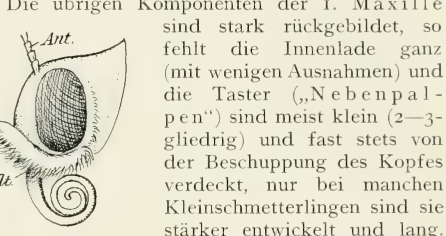


Abb. 10. *A* Kopf eines Schmetterlings von vorne gesehen, *B* derselbe von der Seite (mit eingerolltem Rüssel). *Ant* Fühler, *Md* Mandibelreste, *Mx* Maxillartaster („Nebenpalpen"), *Ult* Lippentaster oder kurzweg „Palpen".

Die übrigen Komponenten der 1. Maxille sind stark rückgebildet, so fehlt die Innenlade ganz (mit wenigen Ausnahmen) und die Taster („Nebenpalpen") sind meist klein (2—3-gliedrig) und fast stets von der Beschuppung des Kopfes verdeckt, nur bei manchen Kleinschmetterlingen sind sie stärker entwickelt und lang.

Stark rückgebildet sind bei dem Großteil der Schmetterlinge auch die Mandibeln (Vorderkiefer), die meist nur noch als kleine, funktionslose Spitzen vorhanden sind (Abb. 10 Md.) und unter den Kopfschuppen verborgen liegen, ebenso auch die Unterlippe (Hinterkiefer), wenigstens in ihren Stammteilen; sie stellt eine einheitliche kleine Platte dar, die am basalen Verschluß der Rüsselröhre teilnimmt. Gut ausgebildet sind dagegen in den meisten Fällen die meist 3gliedrigen Unterlippentaster, die als „Lippentaster" oder „Lippenpalpen" oder kurzweg „Palpen" bezeichnet werden. Sie sind gewöhnlich lang beschuppt und stellen neben der Rollzunge die auffallendsten Bestandteile der Schmetterlingsmundwerkzeuge dar. Die Basalglieder sind meist einander genähert, die Mittelglieder gewöhnlich nach oben abgewinkelt („aufsteigend"), während die Endglieder entweder in der Verlängerung dieser verlaufen („vorgestreckt") oder wieder nach oben („aufgerichtet") oder aber nach unten („geneigt") abgewinkelt sind. Selten sind die Mittelglieder nach unten abgelenkt, die Palpen erscheinen dann „hängend". Die Verschiedenheiten in der Form der Palpen, ihrer Länge, der

[1]) Das Fehlen des Rüssels kann ein primitives Merkmal sein oder aber auch auf sekundärer Reduktion beruhen. Nach Petersen besteht eine deutliche Relation zwischen Rüssel und Saugmagen. Ist letzterer klein bzw. besteht er nur aus einer kropfartigen Anschwellung, so ist das Fehlen des Rüssels ein primärer Zustand, wo jedoch der Rüssel bei gut ausgebildetem, gestieltem Saugmagen reduziert ist, liegt eine sekundäre Rückbildung vor.

Richtung ihrer Glieder, der Art der Behaarung oder Beschuppung werden systematisch reichlich ausgewertet.

Wie die Unterlippe an dem ventralen Verschluß der Rüsselbasis teilhat, so wird der dorsale Verschluß von der Oberlippe zusammen mit dem Epipharynx besorgt.

Die Brust und ihre Anhänge.

An der Brust sind die 3 Segmente fest miteinander verbunden. Der größte Abschnitt ist die Mittelbrust (Mesothorax) als Trägerin der Hauptflugorgane, der Vorderflügel. Die Hinterbrust (Metathorax) als Trägerin der Hinterflügel ist meist schwächer entwickelt, und die Vorderbrust (Prothorax) ist am kleinsten, schmal ringförmig (Abb. 11). An den hinteren Seitenecken der letzteren befinden sich, wenigstens bei den höheren Formen, meist beweglich eingelenkte, flügelähnliche Anhänge, die sog. Patagia (Halskragen). Auch am Mesothorax können, vor den Flügeln eingelenkt, kleine, muschelförmig gewölbte, häutige Anhänge vorhanden sein, die sog. Tegula (Abb. 7 teg und 11 t).

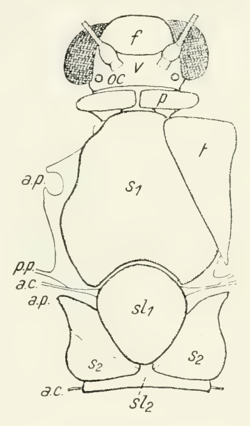


Abb. 11. Dorsale Ansicht von Kopf und Brust eines Schmetterlings. *ap* vorderer Flügelfortsatz, *f* Stirne, *oc* Ocellus, *p* Patagium, *pp* hinterer Flügelfortsatz, s_1 Mesoscutum, sl_1 Mesoscutellum, s_2 Metascutum, sl_2 Metascutellum, *t* Tegula (auf der linken Seite entfernt), *v* Vertex. Nach Imms.

Die ventralen Anhänge der Brust, die Beine, sind bei fast allen Schmetterlingen in 3 Paaren gut ausgebildet, nur bei den in Säcken lebenden Weibchen der Psychiden sind sie vollständig verkümmert. Meistens sind die 3 Paare gleichartig, die Hüften groß, genähert, die Schienen, wenigstens an den Hinterbeinen, ursprünglich mit 2 Sporenpaaren, und die Tarsen fast immer 5gliedrig mit 2 Klauen (s. Bd. I, Abb. 32 A). Bei manchen Tagfalterfamilien sind die Vorderbeine unter Verkümmerung der Tarsen und Ausbildung eines Putzapparates in Putzbeine umgewandelt (s. Bd. I, Abb. 32 B).

Die dorsalen Brustanhänge, die Flügel, zeigen in Form, Färbung und Zeichnung und im Geäder eine große Mannigfaltigkeit. Sie sind es in der Hauptsache, die den Habitus eines Schmetterlings bestimmen und auf welche die Schmetterlingssystematik zum großen Teil aufgebaut ist. Wir müssen uns deshalb hier eingehender mit ihnen beschäftigen.

An jedem Flügel unterscheidet man (Abb. 12) den Vorderrand oder Costalrand (A), den Innenrand, auch Dorsalrand oder Dorsum genannt (B) und den die beiden verbindenden Saum oder Außenrand (C). Der vom Vorderrand und Saum gebildete Winkel (D) heißt der Vorderwinkel, bei den Vorderflügeln kurzweg die Spitze (Apex), der Winkel zwischen Saum und Innenrand (E) der Innenwinkel oder Tornus, bei den Hinterflügeln auch der Afterwinkel. Bei vielen Schmetterlingen, wie den Motten, verläuft der Saum von der Spitze gleichmäßig gekrümmt, ohne Winkel, bis zur Wurzel.

Aus der verschiedenen Richtung von Vorder- und Innenrand (ob mehr oder weniger parallel oder mehr oder weniger divergierend), aus deren verschiedenem Längenverhältnis (ob der Innenrand nur wenig oder viel kürzer als der Vorderrand), ferner aus dem Verlauf des Vorderrandes, des Saumes und des Innenrandes (gerade, gebogen oder geschwungen, gewellt, mit Einschnitten usw.) ergibt sich eine schier unerschöpfliche Mannigfaltigkeit der einzelnen Flügelformen, wozu noch die Verschiedenheit im Verhältnis der Vorderflügel zu den Hinterflügeln kommt.

Von ganz besonderer Bedeutung für die Systematik ist das Geäder. Wir wollen uns hier der Bezeichnungsweise von Comstock und Needham (s. Bd. I, S. 35) bedienen[1]). Man unterscheidet in jedem Flügel einen Spreiten- und Faltenteil, die durch die Analis voneinander getrennt werden.

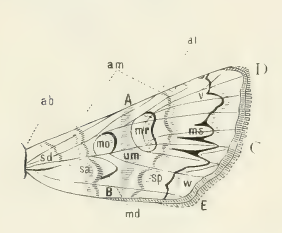


Abb. 12. Vorderflügel einer Eule zur Erläuterung der Ränder und Zeichnung. *A* Vorderrand, *B* Innenrand, *C* Außenrand (Saum), *D* Vorderwinkel (Spitze), *E* Innenwinkel (Tornus), *ab* Wurzelfeld, *am* Mittelfeld, *al* Saumfeld, *md* Zapfenmakel, *mo* Ringmakel, *mr* Nierenmakel, *ms* Pfeilflecke, *sa* innere Querlinie, *sp* äußere Querlinie (*sd* basale halbe Querlinie), *um* Mittelschatten, *w* Wellenlinie. Nach von Heinemann (aus Nitsche).

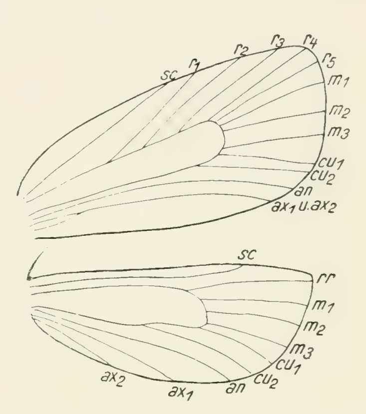


Abb. 13. Flügelgeäder eines „Kleinschmetterlings“. *sc* subcosta, r_1—r_5 Radius mit seinen Ästen, m_1—m_3 Mediana 1—3, cu_1—cu_2 Cubitus 1—2, *an* Analis, ax_1 und ax_2 Axillaris 1 und 2.

Im Vorderflügel zeigt das Geäder:

1. eine vom Costalrand abgerückte freie Subcosta *(sc)*,
2. einen Radius *(r)*, dessen Sektor in 5 Äste zerfällt (r_1—r_5),
3. eine Medialis (oder Mediana), die in 3 Äste zerfällt (m_1—m_3).
4. einen Cubitus, der zweiästig ist (cu_1—cu_2),
5. eine, die Grenze zwischen dem sog. Spreitenteil und Faltenteil des Flügels einnehmende Analis *(an)*, die aber gewöhnlich nur bei primitiveren Formen gut erhalten ist,

[1]) Bei Nitsche und anderen sind die Adern mit arabischen Zahlen bezeichnet, und zwar vom Innenrand beginnend zum Vorderrand, beim Vorderflügel durchgehend von 1—11 und beim Hinterflügel von 1—8, wo mehrere Innenrandadern vorhanden sind, mit 1a—1c (Abb. 14A). Bei Spuler sind die Adern des Spreitenteils mit römischen Ziffern, eventuell mit arabischen Indices, die Adern des Faltenteils mit griechischen Buchstaben bezeichnet (Abb. 14B).

6. zwei **A x i l l a r e s** (ax_1 und ax_2), die häufig bald nach ihrem Ursprung verschmelzen und eine kleine Zelle, die sog. „Wurzelschlinge“ bilden.

Die letzten 3 Adern werden als „I n n e n r a n d a d e r n“ bezeichnet. Die Adern *r*, *m* und *cu* sind fast immer durch Queradern miteinander verbunden. Dadurch entsteht die sog. „M i t t e l z e l l e“, auch „Discoidalzelle“, Discus oder einfach „Z e l l e“ genannt, die in den meisten Fällen gegen den Saum zu geschlossen ist. Bei primitiveren Formen kann die Zelle durch Erhaltenbleiben des Basalteiles der Medialis geteilt sein, ja die Medialis kann innerhalb der Zelle sogar noch gegabelt sein, so daß innerhalb der Discoidalzelle 2—3 geschlossene Zellen entstehen. Außerdem kann an der Vorderecke der Zelle außerhalb dieser durch Verbindung einiger Radialäste durch eine Querader eine weitere Zelle zustande kommen, die als „A n h a n g s z e l l e“ bezeichnet wird. Die meisten Aderäste, nämlich r_1—cu_2, entspringen aus der Mittelzelle, so daß also nur die Subcosta und die Innenrandadern (die Analis und

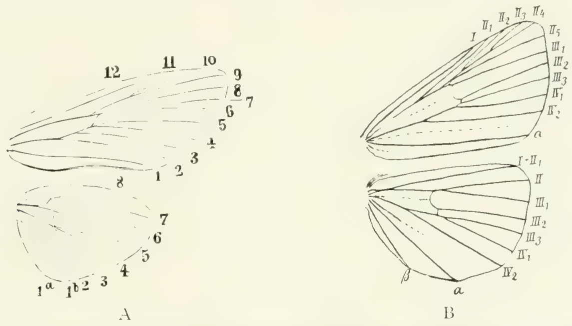


Abb. 14. Bezeichnung des Geäders bei N i t s c h e (*A*) und S p u l e r (*B*).

die beiden Axillares) direkt aus der Flügelwurzel kommen. Die aus der Zelle kommenden Adern entspringen entweder getrennt, oder 2 benachbarte Äste entspringen aus einem gemeinsamen Punkt, oder aber sie verlaufen eine Strecke weit gemeinsam, um sich erst später zu gabeln; im letzten Fall bezeichnet man diese Äste als „gestielt“.

An der Basis des Innenrandes befindet sich bei einigen wenigen primitiven Formen ein Fortsatz, das sog. J u g u m, welches dem Zusammenhalt von Vorder- und Hinterflügel dient.

Im H i n t e r f l ü g e l ist das Geäder (abgesehen von einigen Fällen bei primitiven Formen) reduziert, vor allem dadurch, daß von den 5 Radialästen nur e i n e r, den wir kurzweg als *r* bezeichnen oder als *rr* (Radialramus), bestehen bleibt. Die übrigen Bestandteile verhalten sich ganz ähnlich wie im Vorderflügel[1]).

Am Vorderrand des Hinterflügels befinden sich an der Wurzel auf

[1]) Untersucht man das Geäder im Vorpuppenstadium (also kurz nach Abstreifen der letzten Larvenhaut vor der Vollendung der bedeckten Puppe), so enthält es wesentlich mehr Adern und zeigt deutliche Anklänge an das Geäder altertümlicher Insektentypen.

einer Verdickung der Flügelwurzel, dem sog. Basalsockel aufsitzend, die „Haftborsten“ (oder das Frenulum) (Abb. 13 u. 14 B), die meist in eine Falte der Vorderflügel-Unterseite, das Retinaculum, hineingreifen und so die beiden Flügel verbinden. Das Frenulum ist häufig reduziert, dann ist der Hinterflügel an der Wurzel oft stark nach vorn vorgebaucht oder es gehen von der Subcosta ein oder sogar mehrere kleine, kurze Äderchen nach vorn, die Praecostaladern.

Die Mannigfaltigkeit des Geäders, die systematisch so reichlich ausgewertet ist, beruht einmal auf Reduktion der Zahl der Adern (es werden davon vor allem die Innenrandadern betroffen), auf dem Verlauf der einzelnen Äste, auf der Stellung der Adern zueinander, auf der Lage des Insertionspunktes usw.

Noch mannigfaltiger als das Geäder ist die Zeichnung der Flügel, die ja bei allen Beschreibungen in erster Linie berücksichtigt wird. Vielfach liegt der Zeichnung ein bestimmtes Schema zu Grunde, das besonders deutlich bei den Eulen zu erkennen ist (Abb. 12), danach kann man den Flügel der Länge nach in 3 Teile teilen, das „Wurzel“-, „Mittel“- und „Saumfeld“, daneben können oft auch noch am Vorder- und Innenrand besondere Bezirke ausgezeichnet sein, die dann als „Vorder“- bzw. „Innenrandfeld“ bezeichnet werden. Gewöhnlich sind mehrere Querlinien vorhanden, in der Reihenfolge von der Wurzel zum Saum: die „innere Querlinie“ *(sa)*, die „äußere Querlinie“ *(sp)*, die „Wellenlinie“ *(w)* und schließlich vor oder direkt am Saum die „Saumlinie“. Zwischen innerer und äußerer Querlinie liegen oft mehrere charakteristische Makeln, die als „Zapfenmakel“ *(md)*, „Ringmakel“ *(mo)* und „Nierenmakel“ *(mr)* oder „Mittelfleck“ bezeichnet werden. Zwischen den beiden letzteren kann oft noch eine undeutliche Querlinie, der „Mittelschatten“ *(um)* sein. Endlich können die Fransen durch andersfarbige Linie „geteilt“ oder hell oder dunkel „durchschnitten“ sein. Die Zeichnungen können auf Vorderflügel und Hinterflügel mehr oder weniger gleich sein (ursprünglicher Zustand), gewöhnlich aber weichen sie beträchtlich voneinander ab.

Auch die Ober- und Unterseite der Flügel weisen meist große Verschiedenheiten in Färbung und Zeichnung auf. Die Tagfalter zeigen auf der Oberseite meist eine sehr lebhafte bunte Zeichnung, während die Unterseite, die in der Ruhestellung nach außen gekehrt ist, unauffällig gefärbt ist. Bei den Nachtfaltern und überhaupt denjenigen Formen, die in der Ruhe nur die Oberseite der Vorderflügel zeigen, ist diese in der Regel matt und unauffällig gezeichnet. Wenn hier lebhafte Farben vorkommen, so sind sie häufig auf die in der Ruhestellung nicht sichtbaren Hinterflügel beschränkt, wie z. B. in der Gattung *Catocala* (Ordensbänder).

Was das Größenverhältnis der beiden Flügelpaare betrifft, so sind nur bei den primitivsten Formen Vorder- und Hinterflügel annähernd gleich, bei der Mehrzahl der Schmetterlinge sind aber die Hinterflügel kleiner als die Vorderflügel; der Unterschied kann recht bedeutend sein.

Die Reduktion der Flügel kann auch beide Flügelpaare betreffen; es gibt eine ganze Reihe von Formen, deren Weibchen stark verkümmerte Flügel besitzen oder auch ganz flügellos sind, so daß die Schmetterlingsnatur nicht ohne weiteres zu erkennen ist (Psychiden, Frostspanner u. a.).

Die Färbung und Zeichnung der Flügel beruht auf dem Vorhandensein von Schuppen, die leicht von der Flügelmembran wie Staub abgerieben

werden können. Die Schuppen sind ziemlich komplizierte Gebilde, die durch Ausstülpung einer Hypodermiszelle entstanden sind. Jede Schuppe besteht nach Süffert und Zocher[1]) aus zwei Lamellen, einer oberen und unteren, die an den Seiten miteinander verbunden sind. Zwischen ihnen liegen kleine Stützbälkchen, die vertikal gerichtet sind und die beiden Platten verbinden. Die Oberseite der Schuppen ist oft mit Längsleisten versehen, die ihrerseits wieder durch Querleisten verbunden sein können usw. Auch die Gestalt der Schuppen kann sehr verschieden sein, schmal und dünn, haarförmig, breitoval, länglichoval, mit einfach gerundetem, gesägtem oder mit Fortsätzen versehenem Hinterrand (Abb. 15). An der Basis besitzen sie ein Stielchen, das entweder allmählich in den Schuppenkörper sich verbreitert, oder aber in einer Ausbuchtung (Sinus) sich befindet. Das Stielchen sitzt in einem Säckchen der Flügelhaut, die Schuppen an dieser befestigend. Die Schuppen sind auf

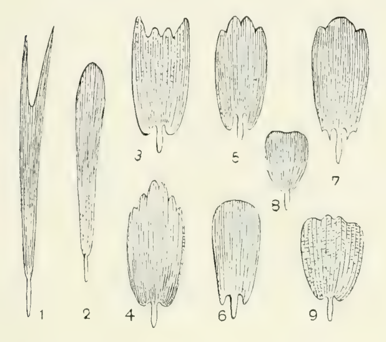


Abb. 15. Verschiedene Schuppenformen von Tagschmetterlingen, 1, 2 u. 8 ohne Sinus, die übrigen mit Sinus. Nach Lampert.

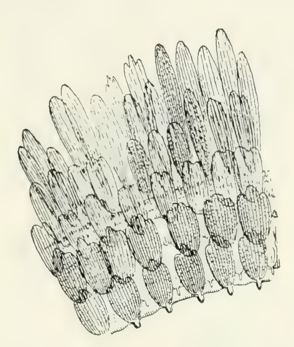


Abb. 16. Flügelstück eines Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.). Nach Lampert.

den Flügeln reihenweise und dachziegelartig gelagert, indem die Wurzeln der Schuppen der einen Reihe immer von den Schuppen der dahinterliegenden Reihe bedeckt werden (Abb. 16).

Außer den Flügeln trägt auch die übrige Körperoberfläche Schuppen, die recht abweichend gebildet sein können. Über die sog. Duftschuppen siehe Seite 40.

Der Hinterleib.

Der Hinterleib der Schmetterlinge sitzt mit breiter Basis dem 3. Brustring an und besteht normalerweise aus 10 Segmenten. Von ihnen sind aber die letzten mehr oder weniger modifiziert, so daß gewöhnlich nur 7—9 Segmente äußerlich nachweisbar bleiben (s. Abb. 7). Bei manchen Formen liegt an der Seite des 1. bzw. 2. Hinterleibsringes ein großes, leicht wahrzunehmendes „Tympanalorgan“[2]).

[1]) Süffert, F., u. Zocher, H., Morphologie und Optik der Schmetterlingsschuppen. — Zeitschr. f. wiss. Biol. A. Morphologie. 1924.

[2]) Das „Tympanalorgan“ besteht im wesentlichen aus einer seitlich am Abdomen eingesenkten Grube, deren Boden sehr dünn ist und vielleicht als Trommelfell wirkt. An den Boden setzt sich ein fädiges Organ an, das als Chordotonalorgan

Die Form des Hinterleibes kann sehr verschieden sein, dünn und schmal, oder dick und plump, nach hinten zugespitzt oder mehr oder weniger parallelseitig usw. Die Verbindung des Abdomens mit der Brust wird gewöhnlich durch Haarbüschel am Hinterende des Thorax verdeckt, auch der Hinterleib selbst ist dicht behaart oder beschuppt, wobei die Behaarung gewöhnlich die Segmente mehr oder weniger deutlich markiert. Auf der Rückenmitte finden sich öfter noch besondere Haarbüschel, sog. „Rückenschöpfe". Bei den Weibchen mancher Schmetterlinge (Spinner) finden sich ferner auch am Ende auffallende, dichte Haarbüsche (Afterwolle), die oft besonders gefärbt sind und bisweilen zur Bedeckung der Eier dienen.

Von den Segmentplatten ist das 1. Sternit meist wenig deutlich ausgebildet bzw. mit dem 2. Sternit verwachsen, auch Tergit 1 und 2 zeigen sich gewöhnlich inniger vereinigt als die folgenden. Die letzten Segmente sind in Verbindung mit Geschlechtsorganen mannigfaltig ausgebildet.

Die männliche Geschlechtsöffnung liegt im 9. Segment, das stark modifiziert ist; es stellt ein einheitliches Chitinstück von der Form eines Siegelringes dar, dessen Siegelplatte dorsal gelegen ist. An der

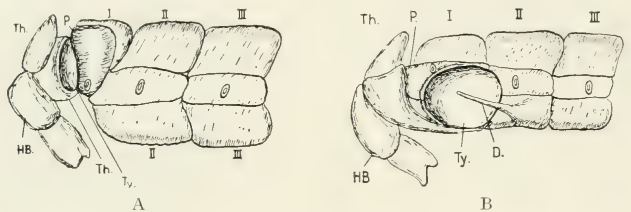


Abb. 17. Tympanalorgan. A einer Eule, B eines Spanners. Nach Hering.

schmalen Sternalregion des Ringes befindet sich eine oft weit nach vorn reichende taschenförmige Einstülpung (Saccus), die aus der Intersegmentalmembran entstanden ist und als Muskelansatz dient. An die Seitenteile des Ringes setzen sich jederseits die Valvae (auch Genital- oder Lateralklappen) an, die den auffallendsten Teil des Kopulationsapparates bilden. Sie stellen ein Klammerorgan zum Festhalten des Weibchens während der Copula dar und sind infolgedessen häufig mit nach innen gekrümmten Fortsätzen, Borstenfeldern usw. bewaffnet (Abb. 18).

Am Hinterrand des Tergits des 9. Segmentes (der „Siegelplatte") ist ein unpaarer, gewöhnlich ventral gekrümmter Fortsatz mit einfacher oder gegabelter Spitze angeheftet, der sog. Uncus (Abkömmling des 10. Segmentes), unter dem bei vielen Formen noch ein weiteres Chitingebilde, das „Scaphium", das ebenfalls mehrere Fortsätze bilden kann, liegt. Zwischen Uncus und Scaphium mündet der Darm (Abb. 19A). Unter dem Scaphium

(s. Bd. I, S. 97) gedeutet wird. Tympanalorgane kommen durchaus nicht in allen Familien vor, so fehlen sie bei den Tagfaltern, Sphingiden, Bombyciden, Cossiden usw. Wo sie unter der Pleura des 1. Abdominalsegmentes liegen (Noctuiden, Arctiiden, Lymantriiden), sind sie von der Rückenseite her oft recht deutlich als dickliche Blasen beiderseits an der Basis des Abdomens zu erkennen, der Eingang zeigt hier nach oben. Wo die Tympanalorgane unter der Pleura des 2. Abdominalsegmentes liegen (Geometriden, Pyraliden) ist diese gewöhnlich nicht so stark angeschwollen. Die Eingangsöffnung zeigt hier nach der Seite oder unten.

befindet sich der Penis in einer Tasche (Penistasche), die im allgemeinen die Gestalt eines zartrandigen Trichters hat und sich aus einer Mulde im Bezirk des 9. Segmentes tief in das Abdomen einsenkt. Wo der schlauchförmige, proximale, eingesenkte Teil der Tasche in die äußere Mulde übergeht, ist häufig ein „Ringwall" entwickelt, von dem gewöhnlich nur die Seitenteile und die ventrale Hälfte stärker chitinisiert ist, während die dorsale Hälfte meist membranös bleibt.

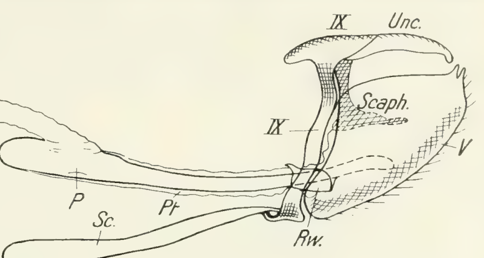


Abb. 18. Männlicher Genitalapparat eines Tagfalters (*Apatura iris* L.). Seitenansicht. *P* Endteil des Penis, *Pt* Penistasche, *Rw* Ringwall, *Sc* Saccus, *Scaph* Scaphium, *Unc* Uncus, *V* Valva, *IX* das einen einheitlichen Ring bildende Segment IX. Nach Zander (aus Spuler).

Die männlichen Kopulationsorgane zeigen einerseits eine ungeheure Mannigfaltigkeit sowohl bezüglich der Form des Uncus als der Lateralklappen usw., wobei die kompliziertesten, schwer entzifferbaren Bildungen entstehen können, — andererseits aber eine relativ große Beständigkeit bei den verschiedenen Arten, so daß sie in der Systematik, besonders bei Feststellung nahverwandter Arten wertvolle Merkmale darstellen. Ihre Kenntnis ist daher für jeden Systematiker unentbehrlich.

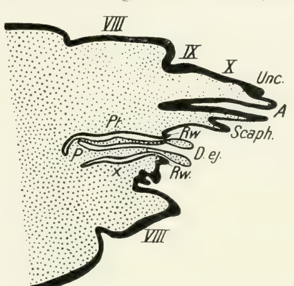


Abb. 19. Medianer Längsschnitt durch das Hinterende einer männlichen Puppe. *A* After, *D. ej.* Ductus ejaculatorius, *x* erste Anlage des Blindsackes. *VIII*, *IX* u. *X* Segmente. Die übrigen Bezeichnungen wie oben. Nach Zander (aus Spuler).

Die weiblichen Sexualorgane[1]).

Die Kenntnis der weiblichen Geschlechtsorgane ist in neuester Zeit besonders durch Eidmann[2]) (1929) wesentlich gefördert worden. Wir werden hier hauptsächlich seinen Ausführungen folgen.

Am weiblichen Abdomen ist das 7. Segment gewöhnlich deutlich verlängert und in dieses sind in der Ruhelage die folgenden stark modifizierten Segmente zurückgezogen (Abb. 20). Nur wenige primitive Formen (Börners Monotrysia) besitzen eine einzige, im 9. Segment ausmündende Genitalöffnung, während allen übrigen Schmetterlingen 2 getrennte Öffnungen zukommen, nämlich die in der Sternalregion des 8. Seg-

[1]) Vom inneren Bau der Schmetterlinge erwähne ich hier nur die weiblichen Geschlechtsorgane, da deren Kenntnis für das Verständnis der für uns so wichtigen Fortpflanzungsbiologie unentbehrlich ist.

[2]) Eidmann, H., Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren. Zeit. f. ang. Entomol. Bd. XV (1929), S. 1—66.

mentes liegende Mündung der Begattungstasche, das Ostium bursae, und die im 9. Segment befindliche Mündung des Oviductus communis, die „Scheidenöffnung“, Ostium vaginae oder „Oviporus“ (Abb. 21).

Das Ostium bursae ist in vielen Fällen sehr nahe an das 7. Segment herangerückt oder sogar in die weiche Intersegmentalhaut zwischen diesen beiden Segmenten. Die Umgebung des Ostiums ist vielfach stark

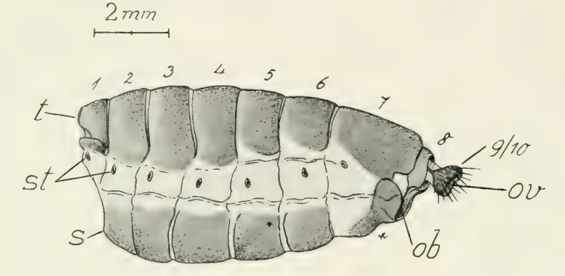


Abb. 20. Abdomen einer Eule (*Panolis flammea* Schiff.) zur Darstellung der Segmentverhältnisse. *Ob* Ostium bursae, *ov* Oviporus, *s* Sternite, *st* Stigmen, *t* Tergite, *1—10* Abdominalsegmente 1—10. Nach Eidmann.

chitinisiert und weist oft verschiedenartige Bildungen, Zacken, Hörner usw. auf. Die seitlichen Partien des 8. Segmentes laufen kopfwärts in 2 dünne Chitinstäbe zum Ansatz der Muskulatur aus, die vorderen Apophysen.

Das 9. und 10. Segment, bei der Puppe noch getrennt, sind beim Falter miteinander verbunden und bilden die sog. Endplatten (Laminae abdominalis) von verschiedener Gestalt und fast immer mit Borsten (Sinneshaaren) dicht besetzt (Abb. 22 ep). Sie hängen in der Regel nur auf der Rückenseite zusammen, während sie nach vorn und unten auseinanderklaffen und eine Furche zwischen sich bilden. Auch die Endplatten laufen nach vorn in dünne Stäbe zum Ansatz der Muskulatur aus, die „hinteren Apophysen“. Durch die an ihnen angreifenden Muskeln können die Endplatten ebenso wie das 8. Segment weit nach hinten geschoben werden, so daß der Hinterteil des Abdomens zu einer Legeröhre gestaltet wird. Durch Verlängerung des 8. Segmentes sowie der Endplatten und der Apophysen kann die Legeröhre beinahe so lang werden wie der ganze übrige Teil des Abdomens (z. B. bei der Nonne).

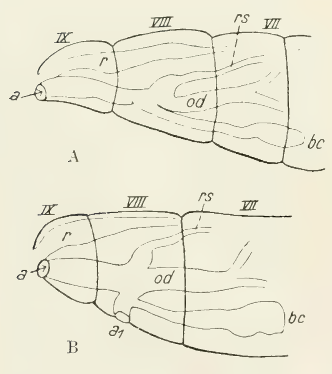


Abb. 21. Schematische Darstellung der weiblichen Genitalöffnungen. A bei einer primitiven Schmetterlingsform (mit einer Öffnung im 9. Segment), B bei einer höher entwickelten Form (mit zwei Öffnungen, im 8. und 9. Segment), *a* Ostium vaginae, a_1 Ostium bursae, *bc* Bursa copulatrix, *od* Oviduct, *r* Rectum. Nach Imms.

Oberhalb des Oviporus mündet der

Darm. After und Oviporus liegen so nahe beieinander, daß sie von den älteren Autoren für eine Öffnung gehalten wurden.

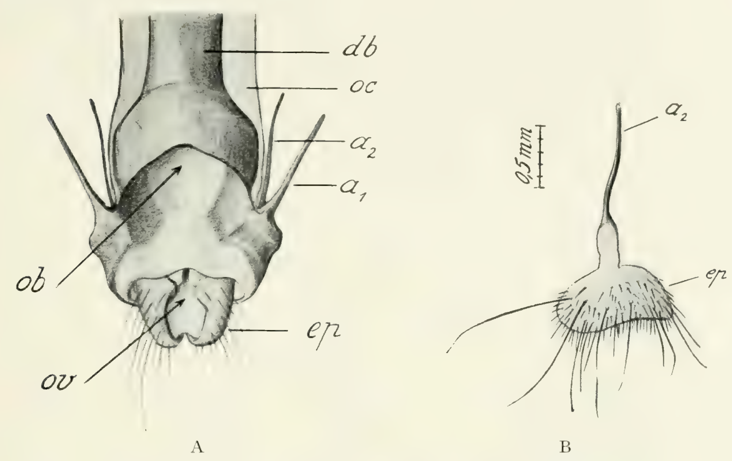


Abb. 22. A Genitalsegmente einer Eule ♀ *(Panolis flammea* Schiff.). Ventralansicht. a_1 Apophysen des 8. Segmentes („vordere Apophysen"), a_2 Apophysen der Endplatte („hintere Apophysen"), *db* Ductus bursae, *ep* Endplatte, *ob* Ostium bursae, *oc* Oviductus communis, *ov* Oviporus und After. B isolierte Endplatte. Nach Eidmann.

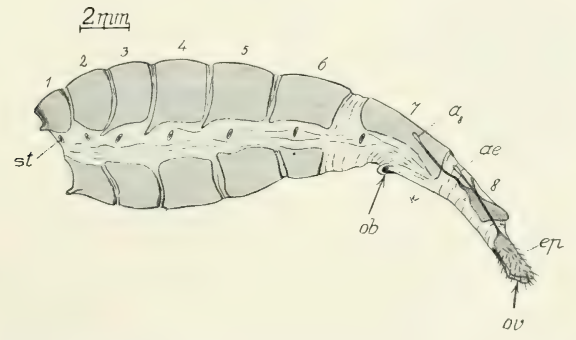


Abb. 23. Weibliches Abdomen von *Lymantria monacha* L., die hinteren Segmente zu einer Legeröhre ausgezogen. a_8 Apophyse des 8. Segmentes, *ae* Apophyse der Endplatte, *ep* Endplatte, *ob* Ostium bursae, *ov* Oviporus, *st* Stigmen. Nach Eidmann.

Die Ovarien und ihre Ausfuhrgänge.

Die Ovarien der Schmetterlinge gehören dem polytrophen Typus an, d. h. jede Eizelle hat noch ein Paket Nährzellen bei sich, durch die die Ernährung des wachsenden Eies besorgt wird (Abb. 24). Jedes Ovar besteht

fast stets aus 4 büschelförmig angeordneten Eischläuchen[1]), in der Regel von beträchtlicher Länge und eine große Zahl von Eiern enthaltend (Abb. 25). Sie sitzen meist durch Vermittlung der sog. Eiröhrenstiele dem Eikelch auf, der sich in die paarigen Ovidukte fortsetzt. Diese vereinigen sich nach kurzem oder längerem Verlauf zu dem Oviductus communis, einem meist gerade gestreckten Rohr, dem verschiedene Anhangsgebilde ansitzen. Er nimmt den Verbindungsgang mit der Bursa copulatrix auf, um dann zwischen den beiden Endplatten nach außen zu münden.

An dem Oviductus communis lassen sich häufig verschiedene Regionen unterscheiden, wie das erweiterte Vestibulum (früher vielfach als Uterus bezeichnet) und die den Endabschnitt bildende Vagina[2]), die meist auch

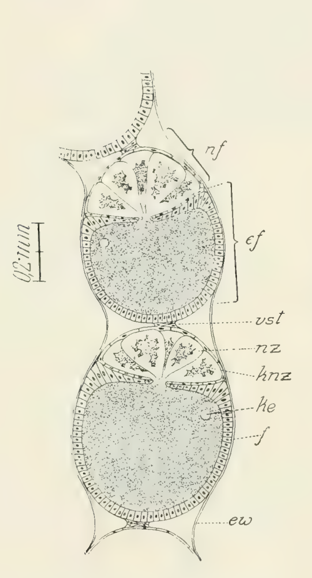


Abb. 24. Zwei Eianlagen aus dem Ovar eines frisch geschlüpften Weibchens von *Bupalus piniarius* L. — *ef* Eifach, *ew* Wand der Eiröhre (Peritonealepithel), *f* Follikelepithel des Eifaches, *ke* Kern der Eizelle, *knz* Kern einer Nährzelle, *nf* Nährfach, *nz* Nährzelle, *vst* Verbindungsstiel aus Follikelzellmaterial. Nach Eidmann.

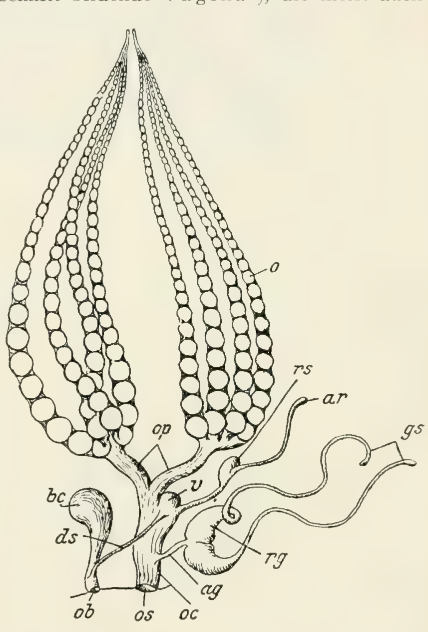


Abb. 25. Schema des weiblichen Genitalapparates der Lepidopteren. *ag* Ductus sebaceus, *ar* Glandula receptaculi, *bc* Bursa copulatrix, *ds* Ductus seminalis, *gs* Glandulae sebaceae, *o* Ovarialschläuche, *ob* Ostium bursae, *oc* Oviductus communis, *op* Paarige Oviducte, *os* Oviporus, *rg* Reservoire der Glandulae sebaceae, *rs* Receptaculum seminis, *v* Vestibulum. Nach Eidmann.

[1]) Nur bei einigen Kleinschmetterlingen und Psychiden sind mehr Eischläuche (6—20) gezählt worden.

[2]) Eidmann weist mit Recht darauf hin, daß die Bezeichnung Vagina deswegen nicht ganz einwandfrei ist, weil dieser Kanal gewöhnlich nicht zur Aufnahme des männlichen Begattungsgliedes dient.

histologisch von dem vorhergehenden Abschnitt verschieden ist. Das Vestibulum ist nicht bei allen Arten deutlich ausgeprägt, es tritt vielfach nur dann in Erscheinung, wenn es ein Ei enthält. Die Eier machen nämlich auf ihrem Weg im Vestibulum eine kurze Rast, um vom Receptaculum seminis aus, dessen Ausführgang in das Vestibulum mündet, besamt zu werden.

Die Eischläuche der Schmetterlinge besitzen im allgemeinen — im Gegensatz zu den meisten übrigen Insekten — keinen Endfaden, sondern sie beginnen mit einem blind geschlossenen, manchmal etwas verdicktem Abschnitt, der sog. Endkammer. Die Endkammern der 4 Eischläuche eines Ovars werden durch eine Hülle zusammengehalten, während diese im übrigen bis zu ihrer Einmündung in den Eikelch getrennt verlaufen. Der Inhalt der Endkammern besteht gewöhnlich bereits aus Oogonien, aus denen sowohl die Eizellen wie auch die Nährzellen hervorgehen. Die letzteren bilden zusammen das Nährfach, die Eizelle das Eifach (Abb. 24). Anfangs von etwa gleicher Größe, tritt das Nährfach gegenüber dem immer größer werdenden Eifach durch Abgabe von Nährmaterial immer mehr zurück, während zugleich das aus Zylinderzellen bestehende Follikelepithel das Chorion bildet, so daß die Eiröhren gegen den Eikelch zu meist beschalte, legereife[1]) Eier enthalten (siehe Abb. 26).

So übereinstimmend die Ovarien der Schmetterlinge in morphologischer Hinsicht sind, so große Unterschiede bestehen bei den verschiedenen Arten hinsichtlich des Entwicklungszustandes der in den Eiröhren enthaltenen Eier unmittelbar nach dem Schlüpfen.

Während man in den Lehrbüchern vielfach die Angabe findet, daß bei Schmetterlingen „die Eier schon während der Puppenruhe völlig ausgebildet werden, so daß bereits bei den frisch geschlüpften Tieren eine große Zahl fertiger Eier in den Eiröhren enthalten sind" (siehe auch Bd. I, S. 108), hat Eidmann gezeigt, daß dies nur für einen Teil der Arten zutrifft. Nach Eidmann können wir die Schmetterlinge hinsichtlich des Entwicklungszustandes der Ovarien in zwei große Gruppen teilen:

1. solche, die beim Schlüpfen noch keine oder sehr wenig legereife Eier in den Ovarien haben, und
2. solche, die beim Schlüpfen bereits legereife Eier in mehr oder weniger großer Zahl in den Eischläuchen haben.

Zur 1. Gruppe gehören z. B. der Baumweißling (*Aporia crataegi* L.), die Ahorneule (*Acronycta aceris* L.) und der Kiefernspanner (Abb. 26A), die von der Puppe wohl eine große Zahl von Eianlagen, aber keine oder nur ganz wenig legereife Eier mitbringen. Hier müssen also die Ovarien eine ausgedehnte postmetabole Entwicklung durchmachen, worauf auch die mächtige Fettkörperentwicklung und die reiche Tracheenversorgung der Ovarien hinweisen.

Die 2. Gruppe läßt sich nochmals in zwei Untergruppen gliedern, nämlich 1. in solche, bei denen zwar legereife Eier in größerer Zahl vorhanden sind, aber außerdem immer noch der Anteil der Eianlagen in den Ei-

[1]) Häufig wird bei diesen Eiern kurzweg der Ausdruck „reif" gebraucht. Eidmann macht darauf aufmerksam, daß dieser Ausdruck jedoch nicht korrekt ist, da cytologisch nur solche Eier, die die Reifeteilung durchgemacht haben, als reif bezeichnet werden dürfen. Bei den Insekten beginnt die Reifeteilung aber erst dann, wenn die Samenfäden in das Ei eingedrungen sind.

schläuchen weit überwiegt[1]), und 2. in solche, bei denen die Ovarien der geschlüpften Weibchen bereits sehr weit entwickelt sind und die daher den Eindruck der Vollreife machen (Abb. 26 C). Die Falter dieser Gruppe bringen tatsächlich ihren gesamten legereifen Eivorrat aus der Puppe mit und beginnen auch nach erfolgter Begattung in der Regel sofort mit der Eiablage. Bei diesen Tieren ist der Fettkörper bereits völlig verbraucht, und das Abdomen ist zum größten Teil von den Ovarien ausgefüllt, wenn die Tiere aus der Puppe schlüpfen. Außerdem finden sich hier stets legereife Eier bereits in den Ausführgängen der Ovarien. Eidmann führt als Beispiele

Abb. 26. Beispiele für die drei Typen in der Ausbildung der Ovarien frisch geschlüpfter Schmetterlinge. A *Bupalus piniarius* L., Eischlauch eines frisch geschlüpften Weibchens ohne legereife Eier. — B *Panolis flammea* Schiff. Eischlauch eines frisch geschlüpften Weibchens, mit wenigen legereifen Eiern und zahlreichen Eianlagen (*e* Endkammer, *ez* Eizelle, *nz* Nährzellen). — C *Aglia tau* L., Eischlauch eines frisch geschlüpften Weibchens, der fast nur legereife Eier enthält Nach Eidmann.

für diese Gruppe an: *Aglia tau* L., *Dicranura vinula* L., *Dasychira pudibunda* L., *Stilpnotia salicis* L. und *Dendrolimus pini* L.[1]).

[1]) Auch hier findet sich wie bei der 1. Gruppe noch ein gut entwickelter Fettkörper im Abdomen frisch geschlüpfter Weibchen, vor allem an der Übergangsstelle der legereifen Eier und der Eianlagen.

[1]) Nur bei dieser Gruppe läßt sich durch Auszählen der beschalten Ovarialeier frisch geschlüpfter Falter die Eizahl, die die betreffenden Weibchen abzulegen

Diese Feststellungen Eidmanns sind von großer Bedeutung für das Verständnis der Fortpflanzungsbiologie. Daher muß auch der Forstentomologe mit diesen Verhältnissen vertraut sein.

Die Bursa copulatrix.

Die Bursa copulatrix besteht aus 2 Teilen, dem Corpus bursae oder Bursasack und dem Cervix bursae oder Bursahals, welcher durch das Ostium bursae im Bereich des 8. Sternits nach außen mündet (Abb. 27). Hierzu kommt der Ductus seminalis, welcher die Verbindung zwischen Bursa und dem Oviductus communis herstellt. Die Bursa ist eine Hauteinstülpung und daher von einer chitinösen Intima ausgekleidet, die alle möglichen Bildungen, wie feine Zähnchen oder ganze Zahnplatten oder größere Dornen oder Stacheln aufweisen kann. Bei der Copula wird der Penis in den Bursahals eingeführt und in die Bursa eine oder mehrere Spermatophoren abgegeben, die meist mit einem flaschenhalsartigen Anhang versehen sind, dessen Mündung sie der Einmündungsstelle des Ductus seminalis zuwenden. Durch Druck auf die Spermatophoren werden die Samenfäden herausgepreßt und gelangen durch den Ductus seminalis in den Oviductus communis (und von da in das Receptaculum seminis, siehe unten), während die leere Spermatophorenhülle in dem Bursasack zurückbleibt.

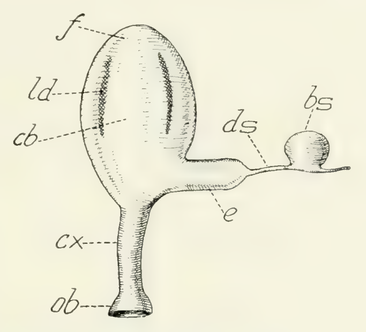


Abb. 27. Schema einer hochspezialisierten Bursa copulatrix; *bs* Bulla seminalis, *cb* Corpus bursae, *cx* Cervix bursae, *ds* Ductus seminalis, *e* Ausstülpung des Bursasackes, *f* Fundus bursae, *ld* Lamina dentata, *ob* Ostium bursae. Nach Eidmann.

Die Gestalt der Bursa wie auch des Ductus seminalis und der Spermatophoren ist von der denkbar größten Mannigfaltigkeit, aber gleichzeitig von großer Konstanz bei den verschiedenen Arten, wie vor allem Petersen und auch Eidmann dargelegt haben. Ersterer hat die morphologischen Verschiedenheiten der Bursa usw. in weitgehendem Maße für die Systematik auszuwerten versucht. Die Unterschiede betreffen sämtliche Einzelteile der Bursa, wie die Größe und Gestalt des Sackes, die Form und Lage der Zahnplatten, die Länge, Weite und Gestalt des Halses, die Ursprungsstelle des Ductus seminalis und vor allem auch das Ostium und seine Umgebung. Oft sind bei sich sehr nahestehenden Arten die Unterschiede der Bursa copulatrix besonders deutlich ausgeprägt, so daß sie, ähnlich wie der männliche Kopulationsapparat, in solchen Fällen, wo die Trennung nach äußeren Merkmalen sehr schwierig ist, systematisch oft sehr gut verwertbar sind. Andererseits finden sich auch innerhalb höherer systematischer Gruppen meistens gemeinsame charakteristische Züge im Bau der Bursa, so daß sie

---

imstande sind, ermitteln. Bei den übrigen Schmetterlingen, deren Ovarien noch eine postmetabole Entwicklung durchmachen, ist es dagegen nicht angängig, von der Zahl der Ovarialeier auf die definitive Eizahl zu schließen.

auch über die Verwandtschaftsverhältnisse der höheren systematischen Kategorien Aufschluß geben kann.

Das Receptaculum seminis.

Das Receptaculum seminis ist ein Reservoir zur Aufnahme des Spermas, das hier längere Zeit (bis zu mehreren Monaten) lebendig erhalten wird. Es ist ein rundliches oder eiförmiges, ziemlich erweiterungsfähiges Organ, das fast stets mit einer gut entwickelten, verschieden gestalteten Anhangsdrüse, der Glandula receptaculi, versehen und durch einen längeren Kanal, dem Ductus receptaculi, mit dem Oviductus communis verbunden ist (s. Abb. 25).

Die Einmündungsstelle des Ductus receptaculi liegt (in der Regel auf der höchsten Erhebung des Vestibulums des Oviductus communis) meist dicht neben der Mündung des von der Bursa copulatrix kommenden Ductus seminalis, so daß der Samen beinahe unmittelbar von der einen Öffnung in die andere übergeleitet wird. Der Ductus receptaculi läßt gewöhnlich verschiedene Abschnitte erkennen, die als Canalis receptaculi, Canalis spiralis und Canalis vestibuli bezeichnet werden (siehe Abb. 28). Eidmann entdeckte im Ductus einen chitinösen Binnenapparat, der wahrscheinlich als Verschluß oder Pumpapparat dient.

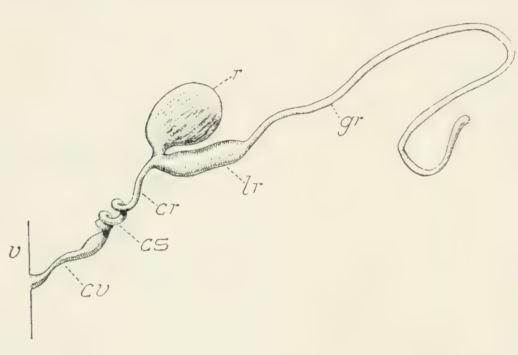


Abb. 28. Schema eines Receptaculum seminis. *cr* Canalis receptaculi, *cs* Canalis spiralis, *cv* Canalis vestibuli, *gr* Glandula receptaculi, *lr* Lagena receptaculi, *r* Receptaculum seminis, *v* Oviductus communis (Vestibulum). Nach Eidmann.

Die Anhangsdrüse (Glandula receptaculi) stellt in den meisten Fällen ein einfaches, blind endigendes Rohr dar, das vor seiner Einmündung in den Ductus receptaculi zu einem Reservoir, der Lagena receptaculi, erweitert wird. Die Funktion der Anhangsdrüse besteht nach Eidmann wahrscheinlich darin, ein Sekret zur Lebendigerhaltung des Spermas zu liefern. Wie die Bursa, so ist auch das Receptaculum aus einer Einstülpung der äußeren Haut entstanden und ist daher mit einer chitinösen Intima ausgekleidet.

Der Bau des Receptaculums zeigt eine große, der Bursa kaum nachstehende Mannigfaltigkeit, die sich hauptsächlich auf die Anhangsdrüse und den Ausfuhrgang (Duct. receptaculi) bezieht. Hinsichtlich der Größe des Receptaculums, das übrigens mit der Körpergröße des Schmetterlings manchmal in auffallendem Mißverhältnis steht, stellte Eidmann eine unverkennbare Korrelation mit der Größe der Bursa copulatrix fest, insofern, als bei Arten mit kleiner Bursa das Receptaculum klein, bei solchen mit großer Bursa das Receptaculum groß ist (was vermutlich mit der Samenmenge der verschiedenen Arten zusammenhängt).

Die Kittdrüsen.

Die Kittdrüsen, Glandulae sebaceae, gehören zu den auffallendsten Teilen des weiblichen Geschlechtsapparates, ihr Sekret dient zum Ankleben der Eier an die Unterlage. Sie bestehen gewöhnlich aus zwei mächtig langen Drüsenschläuchen, die im Abdomen vielfach gewunden und aufgeknäuelt neben und zwischen den Ausfuhrgängen des Geschlechtsapparates liegen, und sich an der Basis zu je einem geräumigen Reservoir (Saccus sebaceus) erweitern, in dem sich meist das wasserklare Sekret schon während der Puppenruhe ansammelt. Der gemeinsame Ausführgang, Ductus sebaceus, mündet in der Regel kurz vor dem Oviporus dorsal in den Oviductus communis. Auch die Kittdrüsen zeigen, wie die übrigen Teile des weiblichen Geschlechtsapparates, eine große Mannigfaltigkeit, vor allem in der Ausbildung der Reservoire, wobei Eidmann verschiedene Entwicklungsrichtungen festgestellt hat.

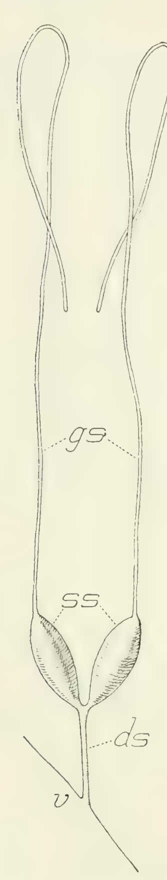


Abb. 29. Schema einer Kittdrüse. *ds* Ductus sebaceus, *gs* Glandulae sebaceae, *ss* Saccus sebaceus, *v* Oviductus communis. Nach Eidmann.

B. Raupe.

Die Larven der Schmetterlinge, die „Raupen", sind habituell gänzlich verschieden von den Imagines: wurmförmig und mehr oder weniger gleichmäßig gegliedert (Abb. 30). Dem hartschaligen Kopf folgt ein weichhäutiger Rumpf, aus 14 Segmenten bestehend, von denen



Abb. 30. Raupe von *Cossus cossus* L. Aus Lampert.

die ersten 3, mit gegliederten Beinpaaren versehen, die Brustregion, und die übrigen 11 die Hinterleibs- oder Abdominalregion darstellen. Die letzten 3 Abdominalsegmente sind meist enger verbunden, den Eindruck eines einzigen Segmentes machend, das auch als „Afterring" oder „Analsegment" bezeichnet wird. Vom 10. Segment ist in der Regel nur noch der dorsale Teil, oft als hornige Platte, vorhanden. Ein Teil der Abdominalsegmente, meist Segment 3—6 (oder auch nur Segment 6) und das Analsegment, ist mit sog. „Bauchfüßen" versehen, ungegliederten fleischigen Ausstülpungen. Der Besitz der Bauchfüße stellt eines der wesentlichsten Merkmale der Schmetterlingsraupen dar[1]). Ihre Zahl schwankt, inklusive der

[1]) Die Raupen teilen dieses Merkmal (außer mit den Larven der Panorpaten, s. oben, S. 1) mit den Larven der Blattwespen

sogenannten Nachschieber (also der Bauchfüße des letzten Segmentes), zwischen 2—5 Paaren[1]).

Der Bau der Bauchfüße kann verschieden sein, vor allem bezüglich der Gestaltung und Bewaffnung der Sohle. Wir unterscheiden danach 2 Hauptgruppen, die Kranzfüße (Pedes coronati) und die Klammerfüße (Pedes semicoronati). Die ersteren besitzen eine ungegliederte, kreisförmige Sohle, die von einem geschlossenen Kranz von oft ungleich langen Haken besetzt ist (Abb. 31 d). Die Klammerfüße dagegen haben meist eine zweilappige bewegliche Sohle, welche nur am äußeren Rand mit Häkchen, die einwärts gebogen und zum Umfassen von Gegenständen eingerichtet sind, bewaffnet sind (Abb. 31 c). Kranzfüße finden sich hauptsächlich bei solchen Schmetterlingsraupen, die im Innern der Pflanzen oder in Blattgehäusen, Gespinsten usw. leben, während Klammerfüße hauptsächlich solchen zukommen, die frei auf den Nahrungspflanzen leben. In der Systematik spielt der Bau der Bauchfüße eine große Rolle, indem viele Autoren alle Schmetterlinge mit kranzfüßigen Raupen als sog. „Kleinschmetterlinge", den übrigen Schmetterlingen mit klammerfüßigen Raupen, den sog. „Großschmetterlingen" gegenüberstellen[2]).



Abb. 31. Raupenbeine. *a* Thorakalbein, *b* abdominaler Kranzfuß, *c* abdominaler Klammerfuß, *d* Kranzfuß (von *Cossus*) vergrößert. *a—c* nach Handlirsch.

Die Zahl der Bauchfüße drückt sich auch in der Bewegungsform der Raupen aus. Der wellige Gang der Eulenraupen mit verkümmerten Bauchfußpaaren am 6. und 7. Segment leitet über zu dem eigenartigen Gang der Spanner, die, sich krümmend, die Bauchfüße an die Brustfüße heranziehen, um dann, mit ersteren sich haltend, den Leib zu strecken und mit den Brustfüßen einen neuen Halt zu suchen (Spuler).

Die Brustfüße sind im Gegensatz zu den Bauchfüßen echte Extremi-

(„Afterraupen"), die ja auch habituell den Schmetterlingsraupen oft recht ähnlich werden können. Doch ist die Unterscheidung der beiden leicht: bei den Afterraupen ist die Zahl der Bauchfüße meist größer und nur das 1. Abdominalsegment beinlos, während bei den Raupen stets mindestens die zwei ersten Abdominalsegmente beinlos bleiben. (s. Bd. I, S. 164 u. 165).

[1]) Nur bei den primitivsten Schmetterlingen, den Micropterygiden, ist eine größere Zahl (8 Paar) von Bauchbeinen vorhanden, die übrigens auch in ihrem Bau etwas abweichen und mehr den Brustbeinen gleichen.

[2]) Die Klammer- oder Kranzfüßigkeit ausschließlich als Einteilungsprinzip zu benutzen, würde zu manchen Irrtümern führen, da es auch Ausnahmen gibt, wie z. B. auch typische „Kleinschmetterlinge" keinen geschlossenen Hakenkranz an der Sohle mehr besitzen.

täten und bestehen aus 3 freibeweglichen zylindrischen Gliedern mit einer Chitinklaue am Ende (siehe Abb. 31 a).

Besonders starke Abweichungen von der Imago zeigt der Kopf der Raupe, vor allem durch den Besitz von kauenden Mundgliedmaßen. Der durch eine harte Chitinhülle ausgezeichnete Kopf ist meist von ansehnlicher Größe und gewöhnlich rund, flach gewölbt. Auf seiner Vorderseite verläuft in der Mitte eine Längsnaht, die sich nach unten in 2 Äste teilt und daher als Gabellinie bezeichnet wird. Durch die Längsnaht wird die Kopfkapsel in zwei gewölbte Stücke zerlegt, die „Hemisphaeren", während durch die Gabeläste das „Stirndreieck" (Clypeus) begrenzt wird (Abb. 32). An letzteres reiht sich nach vorn bzw. unten, durch eine Quernaht abgesetzt, die Oberlippe (Labrum) mit dem Epipharynx. Jede „Hemisphaere" trägt seitlich unten 6 Punktaugen (Ocelli), als glänzende Pünktchen erkennbar[1]). Vor bzw. unterhalb der Ocellen sind die kurzen, gewöhnlich 3gliedrigen Fühler eingelenkt.

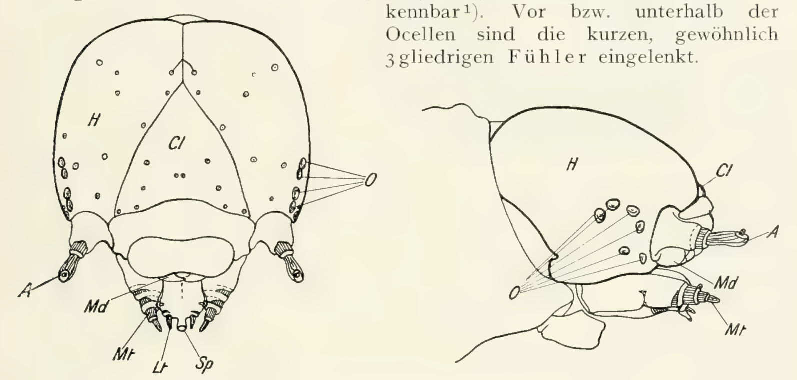


Abb. 32. Kopf einer Eulenraupe. Links von vorn, rechts von der Seite. *A* Antenne, *Cl* Clypeus, *Sp* Spindel, *H* Hemisphären, *Md* Mandibeln, *Mt* Maxillartaster, *Lt* Lippentaster, *O* Ocellen. Nach Spuler.

Die Mundgliedmaßen der Raupen gehören, wie schon gesagt, dem kauenden Typus an, sie zeigen jedoch in mehreren Punkten wesentliche Abweichungen von dem Grundtypus, als deren augenfälligsten nach den von Engel[2]) im hiesigen Institut angestellten Untersuchungen folgende zu nennen sind:

1. Die Stammglieder der Maxillen (Cardo, Stipes) und des Labiums (Submentum, Mentum) sind zu einer einheitlichen Platte verschmolzen.

2. Am Labium (Unterlippe) sind auch die beiden Laden (Innen- und Außenlade) in einen innigen Zusammenhang getreten zur Bildung des für das Raupenleben so wichtigen Spinnorgans, das Engel kurz als Spindel bezeichnet, an der das „Mittelstück" und zwei „Außenstücke" unterschieden werden.

[1]) Auch hieran sind die Schmetterlingsraupen von den habituell ähnlichen Raupen der Blattwespen, die jederseits nur 1 Ocellus besitzen, zu unterscheiden.

[2]) Engel, H., Vergleichende morphologische Studien über die Mundgliedmaßen von Schmetterlingsraupen. — Zeitsch. f. Morph. u. Ökol. der Tiere. Bd. 9 (1927) 166–270.

3. Zwischen den Stammgliedern und sämtlichen Anhängen sind stets Zwischenglieder eingeschaltet: zwischen Stipes und den Laden der Ladenträger (Lobarium), zwischen Mentum und jedem Palpus labialis der labiale Palpenträger (Palparium labiale).



Abb. 33. Mundwerkzeugplatte einer Raupe (Kiefernspinner). *c* Cardo, *le* Lobus externus, *li* Lobus internus, *Me* Mentum, *Pl* Palparium labiale, *pl* Palpus labialis, *Pm* Palparium maxillare, *pm I—III* Glieder 1—3 des Palpus maxillaris, *Sb* Sinnesborsten, *Sm* Submentum, *spm* Mittelstück der Spindel, *spa* Außenstück der Spindel, *St* Spindelträger, *Z* Zapfen. Nach Engel.

Die Mandibeln sind bei fast allen Raupen kräftig entwickelt, in ihrer Form und Bezahnung aber sehr verschieden: beim Kiefernspanner z. B. weist der Kaurand 7—8 deutliche Zähne auf (siehe auch Bd. I, S. 147, Abb. 143), beim Ringelspinner noch mehr (8—10), bei *Cossus* 5 (Abb. 34 D), ebenso bei der Nonne (wenigstens in den ersten Stadien), beim Prozessionsspinner 4 usw. Bei manchen Raupen fehlt die Bezahnung und stellt der Kaurand nur eine einfache scharfe Chitinkante dar, z. B. bei *Phalera bucephala* (Abb. 34 A). Zwischen den bezahnten und unbezahnten Mandibeln gibt es alle möglichen Übergänge. Nicht selten weisen auch die verschiedenen Entwicklungsstadien

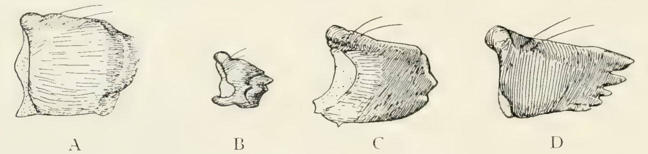


Abb. 34. Verschiedene Raupen-Mandibeln. A von *Phalera bucephala* L., B von *Lymantria monacha* L. (jung, Zweihäuter), C von der gleichen (erwachsen), D von *Cossus cossus L.* Nach Engel.

der gleichen Art Unterschiede auf, meist in der Richtung, daß die jüngeren Stadien eine weit deutlichere Zähnelung zeigen als die erwachsenen Raupen z. B. bei der Nonne (Abb. 34 B u. C).

Die Maxillen (Mittel- oder Unterkiefer) lassen als Stammstücke eine kleine Cardo und einen stark ausgebildeten großen Stipes erkennen (Abb. 33), der die Cardo von oben und lateral her umfaßt und medianwärts an das Submentum sich anschließt. Oben wird der Stipes von dem Palparium maxillare, das einen breiten, stark chitinisierten, gürtelförmigen Sockel darstellt, abgegrenzt. Das Palparium trägt den dreigliedrigen Palpus maxillaris,

dessen kleines, kegelförmiges Endglied kleine Sinneskegel trägt. Zwischen dem 1. und 2. Palpenglied entspringt eine kuppelförmige Vorwölbung, das Lobarium, auf dem die beiden Laden aufsitzen. Diese bestehen aus einem stärkeren Basalstück und einem kleinen kegelförmigen Endstück. Außerdem trägt das Lobarium noch verschiedene Sinneshaare und Sinneszapfen (Abb. 35).

Das Labium (Hinterkiefer oder Unterlippe) besteht aus einem sehr ausgedehnten Submentum, das seitlich von den beiden Cardines und Stipites der Maxillen und oben durch den soliden Chitingürtel des Mentums begrenzt wird. Letzteres stellt die Basis für die labialen Anhänge dar, nämlich die Palparia mit den Palpen und die Spindelträger mit der Spindel. Die Palparia labialia sind paarige, halbmondförmige, chitinöse Ringe, die im Halbkreis unterhalb der Labialpalpen gelegen sind (s. Abb. 33). Die Palpen selbst bestehen aus einem meist zylindrischen Grundglied, dem meist 2 starke Haare aufsitzen (einem medianen, auf einem kleinen Zwischenstück stehenden und einem lateralen, direkt auf dem Grundglied angehefteten). Grundglieder wie Haare können sehr verschieden gestaltet sein (Abb. 36).

Abb. 35. Palpus maxillaris und Lobarium einer Schmetterlingsraupe (*Thaumetopoea processionea* L.). *Ek* Endkegel, *Sbm* modifizierte Sinnesborsten, *L* Lobarium. Die übrigen Bezeichnungen wie in Abb. 33. Nach Engel.

Zwischen den Palpenträgern liegt der Spindelträger, ein meist ovaler Ring, der in der Regel chitinisiert erscheint, manchmal auch nur durch eine Runzelung der membranösen Unterfläche markiert ist. Die Spindel selbst bildet gewöhnlich eine röhrige, konische Warze, deren Bestandteile teils membranös, teils chitinös sind. Die chitinösen Teile sind ein unpaares mittleres Stück (verschmolzene Innenladen des Labiums) und die paarigen Außenstücke (entsprechend den Außenladen). Das Innenstück ist stets länger als die Außenstücke. Der Ausführgang der Spindel durchsetzt die Spindel genau in der Mitte der Länge nach.

Auf der inneren ovalen Fläche des Labiums befindet sich der Hypopharynx als eine doppelte Längsreihe mehr oder weniger stark ausgebildeter, unregelmäßig geformter Stacheln, die sich vom obersten vordersten,

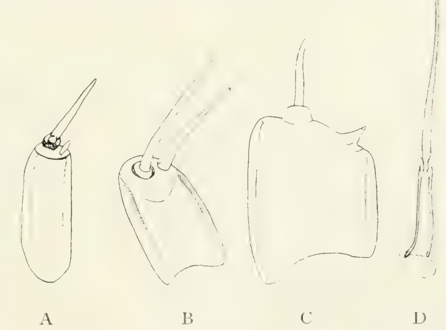


Abb. 36. Verschiedene Formen der Labialpalpen von Schmetterlingsraupen. A von *Cossus cossus* L., B von *Dendrolimus pini* L., C von *Phalera bucephala* L., D von *Hepialus*. Nach Engel.

hinter der Spindel gelegenen Teil des Labiums aus nach abwärts über die innere Fläche des Submentums erstreckt.

Das Labrum (Oberlippe) ist meist eine herzförmig gestaltete gewölbte Platte, die sich an den Clypeus ansetzt. Der Einschnitt zwischen den beiden Seitenflügeln, der sehr verschieden tief sein kann (Abb. 37), stellt die Führungsnute dar. Auf der Innenfläche der Oberlippe finden sich ganz ähnlich wie bei der Unterlippe zwei Längsreihen von kleinen Stacheln, die den Epipharynx darstellen.

Die vergleichenden Untersuchungen Engels haben dargetan, daß im Bau der Raupenmundwerkzeuge doch größere Verschiedenheiten vorkommen, als man bisher angenommen hat. Diese beziehen sich auf alle Teile, sowohl die Stammstücke wie die Anhänge, vor allem die Palpen, Laden und die Spindel, ihre Besetzung mit Sinneshaaren usw. Ich gebe hier (Abb. 38) eine Reihe von Abbildungen, die die Verschiedenheiten besser als viele Worte zeigen. Ob Beziehungen zwischen der Form der Mundteile und der Lebensweise bestehen, diese Frage glaubt Engel nur in sehr beschränktem Maße bejahen zu dürfen, so z. B. für die in ihrer Ernährung so einseitig spezialisierten Cossiden und Sesiiden, die durch besonders kräftige Mandibeln und eine lange Spindel ausgezeichnet sind. Im übrigen zeigen systematisch sich nahestehende Arten, auch wenn sie in der Ernährung abweichen (z. B. Nadel- und Laubfresser), meist mehr oder weniger weitgehende Übereinstimmungen im Bau der Mundwerkzeuge.

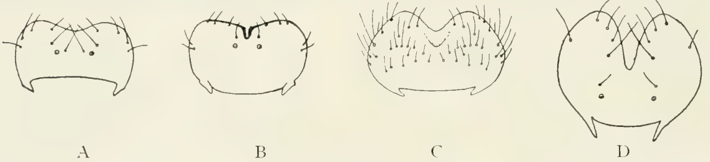


Abb. 37. Verschiedene Formen des Labrums von Schmetterlingsraupen. A von *Agrotis segetum* Schiff., B von *Panolis flammea* Schiff., C von *Malacosoma neustria* L., D von *Lymantria dispar* L. Nach Engel.

Die Rumpfsegmente sind im Gegensatz zum Kopf größtenteils weichhäutig, nur auf dem 1. Brustring (mitunter auch auf den folgenden) findet sich häufig eine größere, stärker chitinisierte, hornige Platte von verschiedener Form, der Nackenschild (oder „Halsschild"), ebenso können auf den letzten Abdominalsegmenten (dem sog. „Analsegment") größere hornige Platten, die „Analklappe" (oder „Afterschild") vorhanden sein (siehe Abb. 39). Farbe und Form dieser Platten stellen oft gute Artmerkmale dar und finden daher bei den Beschreibungen (besonders bei den Raupen der Kleinschmetterlinge) häufig besondere Berücksichtigung. Neben diesen größeren Platten können auch noch auf anderen Segmenten, sowohl der Brust-, als auch der Abdominalregion, kleinere Plättchen auftreten.

An der Seite sieht man ferner die mit einem Chitinring umgebenen Stigmenöffnungen; es sind solche am 1. Brustsegment und am 1.—8. Abdominalsegment vorhanden, während die beiden letzten Brustsegmente sowie die letzten Abdominalsegmente stigmenlos bleiben (siehe Abb. 30).

Außerdem treten vielfach auf allen Segmenten stärker chitinisierte, borstenbesetzte Warzen oder einfache Borsten auf, die in ihrer



Abb. 38. Unterschiede zwischen den Mundwerkzeugen bei verschiedenen Raupen. A *Hepialus* spec., B *Cossus cossus* L., C *Dioryctria splendidella* H. S., D *Panolis flammea* Schiff., E *Agrotis segetum* Schiff., F *Vanessa polychloros* L. Bezeichnungen wie oben. Nach Engel.

Ausbildung und vor allem in ihrer Stellung sehr charakteristisch sind und daher auch systematisch ausgewertet werden. Im allgemeinen kann man eine Anzahl Längsreihen der Warzen oder Borsten am Rumpfe erkennen; Wahl[1]) bezeichnet die der Rückenmittellinie zunächst gelegene Reihe als die „paradorsale" (meist aus 2 Borsten in jedem Segment bestehend), die lateral von dieser, zwischen dieser und der Stigmenlinie gelegenen als die „subdorsale" (meist aus je 1 kräftigen Borste bestehend), ferner die in der Stigmenregion gelegene als die „laterale" (aus 2 etwas ventral und vor jedem Stigma befindlichen kleinen Borsten bestehend), sodann die zwischen der lateralen Reihe und den Bauchfüßen gelegene als die „supraventrale", und endlich noch zwei Reihen, innerhalb und außerhalb der Beine gelegen, als „extra-" und „intrapodale" Reihe.



Abb. 39. Zwei Mottenraupen mit verschiedener Ausbildung der Nacken- und Analschilde und der Borstenbekleidung. A Raupe von *Coleophora oritae* Zll., in Säcken lebend, ohne Borstenbekleidung, dagegen mit Nackenschilden auf den Thorakalsegmenten und kräftigem Analschild. B Raupe von *Depressaria parilella* Zll. mit schwächerer Plattenbekleidung (nur auf dem 1. Thoraxsegment), dagegen mit starker Borstenbewaffnung; man sieht hier deutlich den Unterschied zwischen der Beborstung der Thorakal- und Abdominalsegmente, auf den letzteren gehören die der Mitte am nächsten stehenden Borsten (2 auf jedem Segment) der Paradorsalreihe und die seitlich stehende Einzelborste der Subdorsalreihe an. Nach Stainton.

Die Stellung der Borsten zueinander ist gewöhnlich auf den Thoraxsegmenten eine andere als auf den Abdominalsegmenten, wo die Borsten der Paradorsal- und Subdorsalreihe meist ein Trapez bilden (s. Abb. 39 B). Auch sonst finden sich nicht selten Abweichungen an einzelnen Segmenten, die mit dem Vorhandensein oder Fehlen der Stigmen, der Bauchfüße usw. zusammenhängen. Auch in den größeren systematischen Kategorien finden sich bisweilen charakteristische Unterschiede in Zahl und Stellung der Borsten, wie z. B. Baer[2]) für die Raupen der Pyraliden und Tortriciden gezeigt hat.

Die Rumpfsegmente sind im übrigen sehr verschiedenartig bekleidet.

[1]) Wahl, Bruno, Zur Kenntnis schädlicher Schmetterlingsraupen. 1. Die Raupe von *Plodia interpunctella* Hw. — Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Österreich, 1905.

[2]) Baer, W., Ein Fraß von *Steganopt. nanana* nebst Bemerkungen über ähnlich lebende Kleinfalter. — Nat. Zeit. f. Land- u. Forstw. 4. 1906.

Viele Raupen sind mehr oder weniger dicht behaart (gleichmäßig oder in Büscheln), andere sind ohne dichteres Haarkleid („nackt"), oft zeigen sie verschiedenartige Fortsätze, Hörner, Verdickungen usw.

Sehr verschieden sind auch Färbung und Zeichnung, die einerseits das bunteste und lebhafteste Muster zeigen[1]); andererseits kann die Färbung unscheinbar und eintönig und ohne jede Zeichnung sein; letzteres trifft vor allem für solche Raupen zu, die im Inneren der Nahrungspflanzen oder in besonderen Schutzhüllen leben.

Die Färbung der Raupen setzt sich aus zwei Komponenten zusammen: der Färbung des Chitins, also der äußeren Haut oder Cuticula, und der Farbwirkung der unter der Cuticula liegenden Pigmentkörner. Letztere sollen pflanzlichen Ursprungs sein, also von der aufgenommenen Nahrung stammen und auf die bei der Pflanze vorhandenen Farbkörner, in der Hauptsache Chlorophyllkörner, zurückzuführen sein. Das Chlorophyll würde danach im Darm der Raupe eine Veränderung erfahren in der Weise, daß einige der es zusammensetzenden Stoffe abgespalten werden, der Rest vom Körper aufgenommen und mit dem Blut der Haut zugeführt wird, wo die so vereinfachten Chlorophyllkörner als „Pigment" abgelagert werden[2]). „Je nachdem, welche Stoffe und wieviel vom pflanzlichen Farbstoffträger abgesondert werden, verändert sich auch die Farbe des Pigmentes." Endlich wirkt dann die Chitinfarbe mit dem Pigment zusammen, und so setzen sich die oft recht komplizierten Zeichnungen und Färbungen der Raupe zusammen (Hering). Nach Hering erklärt sich auch daraus, daß manche Raupen im Herbst, da sich die Blätter bräunlich färben, bräunlich, im Frühjahr, da der Raupe aus frischem Blattgrün bestehendes Futter zur Verfügung steht, grün gefärbt sind, wie dies z. B. bei der Raupe von *Geometra papilionaria* L. der Fall ist. Auch die Färbungsänderung der Raupe von *Dasychira pudibunda* L. ist nach dem gleichen Autor auf diese Ursache zurückzuführen, ebenso die Erscheinung, daß die Räupchen, die eben aus dem Ei geschlüpft sind und noch keine Nahrung zu sich genommen haben, oft anders gefärbt sind als nach der ersten Häutung, da ja bei der Eiraupe die Färbungen lediglich auf Chitinfarben beruhen. Übrigens können auch nach späteren Häutungen die verschiedenen Stadien in Färbung und Zeichnung nicht unwesentlich voneinander abweichen.

Die Zahl der Häutungen[3]) ist je nach den Arten recht verschieden, die Raupen mancher Arten häuten sich nur 3 mal, während andere 7—8 Häutungen durchmachen (z. B. *Arctia caja*). Am häufigsten sind 4—5 Häutungen. Es gibt Arten, bei denen ein Teil der Individuen 4 mal, der andere Teil 5 mal sich häutet, und zwar ohne Bezug auf das Geschlecht (z. B. Nonne).

---

[1]) Wo ausgesprochene Zeichnungen vorhanden sind, handelt es sich häufig um über den ganzen Rumpf hinziehende Längsstreifen, die als Rückenlinie (Dorsale), als Nebenrückenlinien (Subdorsale), noch weiter seitlich als Seitenlinie (Laterale oder Stigmatale), über den Füßen als Fußstreif (Pedale), in der Bauchmitte als Bauchstreif (Ventrale) und seitlich am Bauch als Nebenbauchlinie (Supraventrale) bezeichnet werden.

[2]) Nach den neuesten Untersuchungen von P. F. Meyer (Sitzungsber. Nat. Ges. Rostock, Bd. II, 1929) werden die Pflanzenfarbstoffe Chlorophyll und Xantophyll vom Körper der Raupen nicht aufgenommen. Die Farbstoffe, die in der Lymphe der Raupen auftreten, lassen sich auf chemischem Wege nicht mit Chlorophyll oder dessen Derivaten identifizieren; es handelt sich hierbei wahrscheinlich um selbständig vom Raupenkörper gebildete Farbstoffe.

[3]) Über die näheren Vorgänge bei der Häutung s. Bd. I, S. 145.

Bei anderen dagegen hängen die Häutungsunterschiede mit dem Geschlecht zusammen, wie z. B. bei *Orgyia*, bei der die männlichen Raupen sich 3 mal, die weiblichen 5 mal häuten. Durch die Häutungen werden die einzelnen Stadien begrenzt: man nennt die aus dem Ei geschlüpfte Raupe bis zur 1. Häutung „Eiraupe", von der 1. bis zur 2. Häutung „Einhäuter", von der 2. bis 3. Häutung „Zweihäuter" usw. Wo die verschiedenen Entwicklungsstadien in Färbung usw. gleichbleiben, geben am besten die Maße des Kopfes, der ja seine Größe während eines Stadiums nicht mehr ändert, Aufschluß über das Alter der Raupe.

Bezüglich der inneren Anatomie der Raupe sei nur kurz auf den gewaltigen Unterschied gegenüber der Imago im Bau des Darmkanals hingewiesen, begründet in der völlig verschiedenen Ernährungsweise der beiden (s. Bd. I, Abb. 61), ferner auf das Vorhandensein paariger Spinndrüsen, in die Spindel mündend, deren Sekret im Leben der Raupen eine wichtige Rolle spielt, z. B. bei der Fortbewegung, zur Herstellung von Gehäusen, zum Spinnen von Kokons vor der Verpuppung usw.

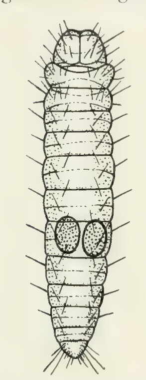


Abb. 40. Raupe eines Kleinschmetterlings (*Clysia ambiguella* Hb.) von oben gesehen, die Hoden sichtbar. Schematisch nach Dewitz (aus Stellwaag).

Da das Geschlecht des zukünftigen Falters schon bei der Befruchtung festgelegt wird, so sind auch die Raupen schon vom 1. Stadium an geschlechtlich differenziert. Im allgemeinen besitzen schon die jüngsten Raupen die Anlagen der Geschlechtsdrüsen wie auch die der Ausführgänge, ohne daß aber letztere schon ausmünden. Die Anlagen der Keimdrüsen stellen ein Paar kleiner, ovaler Körper dar, die etwa in der Gegend des 4. u. 5. Abdominalsegmentes liegen (Abb. 40). Gewöhnlich sind die weiblichen Anlagen etwas größer als die männlichen. Außer diesen primären Sexualdifferenzen kommen bei manchen Raupen auch sekundäre Geschlechtsmerkmale vor, die die Erkennung des Geschlechtes ohne weiteres ermöglichen. Am häufigsten bestehen diese Differenzen in einer verschiedenen Färbung der Blutflüssigkeit, indem diese z. B. beim Männchen gelb, beim Weibchen grün ist (wie bei *Biston hirtarius* Cl.). Bei manchen Kleinschmetterlingen existieren auch morphologische Unterschiede, wie z. B. bei *Chimabacche*, deren männliche Raupen an den Vorderbeinen merkwürdige Anschwellungen besitzen, die den weiblichen Raupen fehlen.

Eine nachträgliche Änderung des Geschlechtes im Raupenstadium ist also unmöglich, und wenn behauptet wird, daß durch unzureichende Ernährung der Raupen der Prozentsatz der Männchen gehoben werden kann, so liegt hier ein Fehlschluß vor, darauf beruhend, daß das männliche Geschlecht im allgemeinen gegen ungenügende Ernährung viel widerstandsfähiger ist als das weibliche (Hering).

C. Puppe.

Die meisten Schmetterlingspuppen gehören dem Typus der Pupa obtecta (s. Bd. I, S. 165) an, d. h. die Gliederhüllen sind fest miteinander verschmolzen, so daß beim Auskriechen des Falters die Hülle nur in einigen Stücken aufbricht. Nur bei den primitivsten Formen (Micropterygiden usw.)

kommen noch Pupae liberae (Abb. 41 A) vor. Zwischen diesen beiden Extremen kennen wir eine Reihe von Zwischenformen, Pupae semiliberae (oder incompletae), bei denen die Verlötung der Chitinhüllen der einzelnen Teile eine so lockere ist, daß beim Schlüpfen die einzelnen Gliederhüllen sich weitgehend voneinander trennen; die hierher gehörigen Puppen sind durch eine große Beweglichkeit ausgezeichnet, die noch durch besondere Anhänge, wie Dornenkränze usw. unterstützt wird (Cossiden, Sesiiden, Tineiden u. a.).

Auch die Pupa obtecta macht in ihrer Entwicklung gewissermaßen das Stadium der Pupa libera durch (s. Abb. 41 B), indem unmittelbar nach dem Abstreifen der letzten Raupenhaut die Extremitäten noch deutlich vom Leib

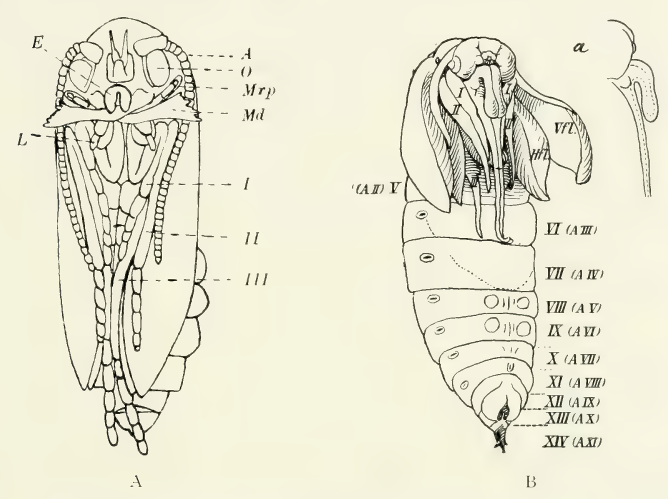


Abb. 41. A Puppe eines primitiven Schmetterlings *(Eriocrania)*, Pupa libera mit großen Mandibeln. B Puppe eines Schwärmers, die eben die Raupenhaut abgestreift hat, noch mit den Merkmalen einer Pupa libera. — *A* Fühler, *E* Epipharynx, *Hfl* Hinterflügel, *L* Labialpalpus, *Md* Mandibeln, *Mrp* Maxillarpalpus, *O* Auge, *Vfl* Vorderflügel, *I, II, III* Vorder-, Mittel- und Hinterbein, *V—XIV* und *A II—A XI* Ziffern der Leibesringe. Nach Spuler.

abstehen und auch der Hinterleib noch langgestreckt erscheint (s. Bd. I, Abb. 167). Doch sehr rasch schon geht dieses Stadium in die definitive Form der bedeckten Puppe über.

In Gestalt und Färbung zeigen die Schmetterlingspuppen eine ziemliche Eintönigkeit und Übereinstimmung: meist sind sie walzenförmig, nach vorn und hinten mehr oder weniger verschmälert und hellbraun bis schwarzbraun oder schwarz gefärbt, auch grünliche Töne sind nicht selten. Verhältnismäßig wenige sind mit Ecken und Vorsprüngen versehen und zeigen eine bunte Färbung (Tagfalter). Bei allen Puppen ist die Dreiteilung des Körpers in Kopf, Brust und Abdomen deutlich zu erkennen, wenn auch der Kopf wenig stark abgetrennt erscheint.

Am Kopf sind die Augen, Fühler und Mundgliedmaßen gut erkennbar. Mandibeln sind nur bei den primitiven Micropterygiden gut ausgebildet (Abb. 41 A), bei allen übrigen sind sie nur noch als kleine erhabene Stellen sichtbar. Der Rüssel ist sehr verschieden entwickelt, am stärksten bei den Sphingiden (s. Bd. I, S. 166, Abb. 166 B). Die Brustsegmente sind dorsal gut sichtbar, während sie ventral von den Anhängen (Beinen, Fühlern und Flügelscheiden) verdeckt sind. Von den Flügelscheiden sind in der Regel nur die der Vorderflügel zu sehen, die einen großen Teil der Ventralseite einnehmen, sehr verschieden lang sein und sich über einen großen Teil des Abdomens erstrecken können. Zwischen ihnen liegen die Fühler- und Beinscheiden, die bisweilen noch über die Hinterenden der Flügelscheiden ein Stück weit hinaus, ja bis zum Analende ragen können (Abb. 42). Stigmen sind an der Brust nur in 1 Paar vorhanden.

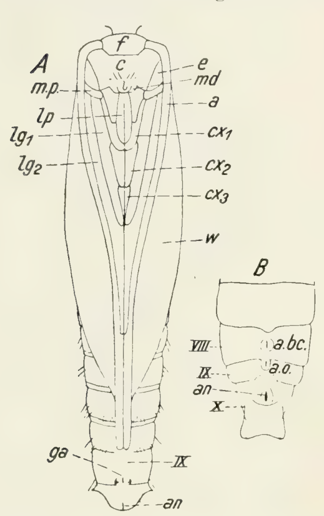


Abb. 42. A Männliche Puppe von *Tinea pelionella*, B Hinterende der weiblichen Puppe von *Pieris brassicae* — *a* Fühler, *a bc* Ostium bursae, *an* After, *a o* Oviporus, *c* Clypeus, cx_1—cx_3 Coxae 1—3, *e* Augen, *f* Stirne, *ga* männliche Genitalöffnung, *lp* Labialpalpen, lg_1 lg_2 Beine, *md* Mandibeln, *mp* Maxillarpalpen, *w* Flügel, *VIII*—*X* 8. bis 10. Abdominalsegment. Nach Imms.

Am Abdomen lassen sich in der Regel 10 Segmente feststellen, von denen der eine Teil unbeweglich fixiert, der andere (meist die Segmente 4—6) beweglich ist. Besondere Beachtung verdienen die letzten Segmente, die die Anlagen der Geschlechtsöffnungen tragen: bei der männlichen Puppe am 9., bei der weiblichen entweder am 8. oder, und zwar in den weitaus meisten Fällen, am 8. und 9. Segment, am 8. entsprechend dem Ostium bursae, am 9. dem Oviporus (Abb. 42 B). Man kann an diesem Merkmal das Geschlecht der Puppe ohne weiteres erkennen. Am 10. Segment ist die Anlage der Afteröffnung gelegen, außerdem sitzt demselben meist noch ein als Haftorgan dienendes Endstück an, der sog. Cremaster, der wohl als Rest des 11. Segmentes aufgefaßt werden kann. Er zeigt die verschiedensten Formen, ist oft mit Dornen, Hakenborsten usw. bewaffnet und gibt ein gutes Merkmal zur Artbestimmung der Puppen ab. Stigmenanlagen sind an den ersten 8 Abdominalsegmenten vorhanden, das 1. Paar ist oft von den Flügelscheiden bedeckt.

Als besondere Puppenorgane kommen bei den stark beweglichen Puppen der primitiveren Formen am Hinterleib segmental angeordnet querverlaufende Dörnchen- oder Häkchenreihen vor, mit deren Hilfe sie sich aktiv fortbewegen können (z. B. um sich vor dem Schlüpfen mit dem Vorderteil aus ihrer Wiege herauszuarbeiten), ferner bisweilen auch besondere Vorrichtungen am Kopf zum Durchbrechen des Kokons (Kokonbrecher).

Über den Ort der Verpuppung, über die Befestigung der Puppe, über den Schutz der Puppe durch Kokon siehe S. 47.

D. Ei.

Das Schmetterlingsei besitzt eine Eischale (das Chorion), die entweder glatt bzw. eine nur mikroskopisch wahrnehmbare feine Felderung besitzt oder mit deutlicher grober Skulptur, wie Körnern, Rippen usw. versehen sein kann. Die Schale ist an einer Stelle von mehreren Kanälen durchsetzt zum Durchtritt des Spermatozoons, es ist dies die sog. Micropyle, die meist schon äußerlich erkennbar ist durch die sie umgebende besondere Zeichnung oder Skulptur. Die Lage des Micropylenfeldes ist verschieden, entweder am oberen, der Anheftungsstelle gegenüberliegenden Pol oder an der Seite, im ersten Fall spricht man von „aufrechten", im letzteren Fall von „liegenden" Eiern.

Die Form der Eier kann sehr verschieden sein: länglich oval, kugelig, halbkugelig, birnförmig, kugelig, flachtellerförmig, kuchenförmig usw. (s. Bd. I, Abb. 107).

Auch in der Färbung existieren nicht geringe Unterschiede bei den einzelnen Arten, wir kennen neben den gelblichen, grünlichen und bräunlichen Eiern auch solche von sattgelber oder roter Farbe. Übrigens kann die Eifärbung bei ein und derselben Art sich mehrfach ändern, wofür wir im speziellen Teil zahlreiche Beispiele kennenlernen werden.

Über den Ort und die Form der Gelege siehe S. 42.

2. Ausschnitte aus der Lebensweise der Schmetterlinge.

A. Lebensweise der Falter.

Das Schlüpfen.

Ist der Falter in der Puppe fertig entwickelt, so sprengt er die Puppenhülle meist am Kopf und den ersten Thoraxsegmenten (Bd. I, Abb. 171) und arbeitet sich durch die entstandene Öffnung heraus. Er macht dabei durchaus noch keinen fertigen Eindruck, da die Flügel noch völlig schlaff als häutige Säckchen am Leib herabhängen. Doch in kurzer Zeit, in wenigen Minuten bis einer halben Stunde, sind diese durch Einpumpen bzw. Aufsaugen[1]) von Blut entfaltet, so daß sie das normale Aussehen erhalten. Es bedarf dann aber erst noch einiger Zeit, bis die Flügel vollständig erhärtet sind.

---

[1]) Nach Hasebroek („Neues zur Entwicklung des Schmetterlingsflügels, speziell nach dem Schlüpfen des Falters aus der Puppe" in: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 207. Bd., 1925, S. 140—155) ist hierbei die (bisher allgemein herrschende) Annahme eines aktiven Einpressens des Blutes von seiten des Falters nicht nötig. Als Triebkräfte für das Eindringen des Blutes in die Flügel kommt nach Hasebroek in erster Linie eine kapillare Aufsaugung in Betracht, sodann tritt zur restlosen Einfüllung des Flügelinneren in der Hängelage der noch weichen Flügel die Wirkung der Schwere hinzu, wodurch zugleich die letzte Querfaltung der Membranen beseitigt wird. Die Flügeladern stellen bis zum letzten Stadium der Entfaltung nicht geschlossene Röhren, sondern Hohlrinnen auf der unteren Membran dar, die erst dann zu Röhren werden, wenn die obere Membran sich auf die untere legt und mit dieser verklebt. Das Eindringen des Blutes in das Innere des Flügelsackes erfolgt dementsprechend zunächst als Ganzes, während der Blutinhalt in den Adern im fertigen Flügel auf die nachträgliche Einengung des Blutes beim Abschließen der Hohlrinnen nach oben durch die sich darüberlegende obere Membran zurückzuführen ist.

Das Schlüpfen geht meist zu ganz bestimmten Tagesstunden vor sich, oft mit erstaunlicher Pünktlichkeit. In der Regel verlassen die Tagfalter ihre Puppenhülle in den frühen Morgenstunden, die Nachtfalter am späten Nachmittag. Die unmittelbare Veranlassung zum Schlüpfen soll zum Teil in Witterungseinflüssen gelegen sein, insofern, als das Schlüpfen vornehmlich bei einem barometrischen Minimum einsetzen soll. Zur Zeit des niederen Luftdruckes sei der Druck der in der Puppe eingeschlossenen Luft stärker und drücke so stark auf die Puppenhülle, daß es nur einer geringen Nachhilfe der darin eingeschlossenen Imago bedürfe, um ins Freie zu gelangen, worüber sehr interessante Beobachtungen und Experimente von Pictet[2]) vorliegen.

Nach Hering dürfte das Sprengen der Puppenhülle auch auf die zu Zeiten eines geringen Luftdruckes gesteigerte Lebenstätigkeit des eingeschlossenen Falters zurückzuführen sein. Wir wissen, daß bei einem barometrischen Tief (z. B. in schwülen Nächten) die Falter sehr viel lebhafter sind als sonst, sowohl bezüglich des Fluges als auch des Liebeslebens usw. Möglicherweise wirken die beiden Faktoren zusammen, um die Sprengung zu bewirken. Daß ein hoher Barometerstand hemmend auf das Schlüpfen wirkt, wurde mehrfach beobachtet, ja, bei längerer Dauer desselben erfolgte vielfach ein Schlüpfen überhaupt nicht, so daß der Prozentsatz der Sterblichkeit der Falter in der Puppe ein recht hoher war.

Auch noch andere Faktoren begünstigen das Schlüpfen. So scheint bei Faltern, die sehr lange als fertig ausgebildete Imagines noch in der Puppe verbleiben, das Einsetzen von Nachtfrösten der letzte Anstoß zum Schlüpfen zu sein. Auch durch mechanische Reize kann das Schlüpfen ausgelöst werden, was Titschack bei den Puppen der Kleidermotte gelang. „Während normalerweise jeden Tag eine bestimmte Anzahl von Puppen auskroch, erfolgte nach einer Erschütterung das Schlüpfen explosionsartig, so daß alle schlüpfreifen Falter zur selben Zeit die Puppe verließen und in den nächsten darauffolgenden Tagen keine Imagines mehr erschienen.“ Nach Hering mag in diesem Fall die Erschütterung ähnlich wie der niedere Barometerstand zu einer gesteigerten Lebenstätigkeit des eingeschlossenen Falters geführt haben. Auch die Luftfeuchtigkeit dürfte eine gewisse Rolle beim Schlüpfen spielen, und oft ist eine Zeit großer Trockenheit die Ursache, daß der Falter sich nicht seiner Hülle entledigen kann.

Bei vielen Schmetterlingen ist mit dem Sprengen der Puppenhülle der Weg in den Lebensraum noch nicht frei gemacht. In allen Fällen, in denen die Puppen verborgen sind, sei es in einem Blattgehäuse oder in einem Kokon, muß erst auch aus diesem Gefängnis ein Ausweg geschaffen werden. Vielfach ist diese Arbeit der Puppe selbst übertragen, die stark beweglich, mit Dornenkränzen an den Segmenten und vielfach auch noch mit scharfen Spitzen am Kopf versehen, die entgegenstehenden Hindernisse durchbricht, so daß der schlüpfende Falter unmittelbar ins Freie gelangen kann.

Wo jedoch die Puppe nicht aktiv den Kokon verläßt, sondern in ihm verbleibt, wird die Befreiung auf verschiedene Weise ermöglicht. In den meisten Fällen treffen schon die Raupen beim Spinnen des Kokons Vorsorge für das Auskommen des Falters, und zwar dadurch, daß der Kokon nur an

[2]) Pictet, A., Influence de la pression atmosphérique sur le développement des Lepidoptères. Arch. Sci. Phys. Hist. Nat. Genève. 44. 1917.

dem einen Ende geschlossen ist, am andern dagegen eine Öffnung besitzt, welche das Eindringen von außen her verhindert, andererseits aber dem Druck des nach außen strebenden Falters durch elastisches Nachgeben keinen ernsten Widerstand entgegensetzt (Bd. I, Abb. 168).

Es gibt jedoch auch Kokons, die keine präformierte Öffnung besitzen, sondern einheitlich gesponnen und also völlig geschlossen sind. Diese müssen natürlich von dem Falter erst geöffnet werden. In vielen Fällen geschieht dies dadurch, daß der Falter eine Flüssigkeit aus den Speicheldrüsen ausscheidet, durch welche die Bindesubstanz des Gespinstes (Sericin) zur Verquellung gebracht und so das Gefüge des Gespinstes gelockert wird. Bei manchen Kokons ist aber die Wand durch sekundäre Inkrustierung so verhärtet, daß durch Erweichen allein kein Ausweg geschaffen werden kann, in solchen Fällen muß die Wand richtig mechanisch zerstört werden. Es geschieht durch besondere Kokonzähne, wie sie z. B. auf dem Kopf des Falters von *Lasiocampa quercus* L. vorhanden sind; auch die hahnenkammartige Stirnleiste mancher Prozessionsspinner ist nach Prells[1]) Untersuchungen nichts anderes als ein Kokonzahn[2]).

Wenn der Falter geschlüpft ist, die Flügel entfaltet und die Adern erhärtet sind, so entledigt er sich des noch vorhandenen meist rötlichen Darminhaltes durch den After. Wo eine Schmetterlingsart in großen Mengen geschlüpft ist, kann man bisweilen die Blätter, den Boden usw. dicht mit solchen „Blutstropfen" bedeckt finden, was zur Sage vom „Blutregen" führte.

Bezüglich des Zeitpunktes des Schlüpfens zeigt sich oft ein deutlicher Unterschied der Geschlechter insofern, als das eine Geschlecht, entweder das Männchen oder das Weibchen, früher schlüpft als das andere. Im ersteren Fall spricht man von Proterandrie, im letzteren von Protogynie. Die Proterandrie ist weitaus die häufigere. „Es ist dabei zu berücksichtigen, daß das Männchen besser zur Nahrungsaufnahme befähigt ist als das Weibchen; das Geschlecht, das zuerst erscheint, muß längere Zeit sein Leben fristen als das später auf den Plan tretende. Das Weibchen besitzt meist geringere Flugtüchtigkeit, darf sich auch wegen seines wertvollen Eiinhaltes nicht so sehr exponieren wie das Männchen, kann demzufolge also auch die Nahrung nicht so aufsuchen wie dieses" (Hering)[3]). Beide Erscheinungen, sowohl die Proterandrie wie die Protogynie sind als Einrichtungen zur Verhütung der Inzucht anzusehen, die bei Schmetterlingen von besonders großen Schädigungen begleitet zu sein scheint.

Die Ernährung.

Das Ernährungsbedürfnis der Falter ist im allgemeinen recht gering. Ja, es gibt eine ganze Anzahl von Schmetterlingen, die als Imagines überhaupt keine Nahrung zu sich nehmen und bei denen infolgedessen auch die Mundwerkzeuge mehr oder weniger verkümmert sind; es sind dies meist kurzlebige Arten, deren Lebensdauer auf Tage oder Stunden oder gar Minuten (Psychiden) beschränkt ist. Die Ernährung, wo eine solche überhaupt

[1]) Prell, H., Die Kopfzierate der Prozessionsspinner in ihrer biologischen Bedeutung. — Zeitsch. f. ang. Ent. 1924 (X), S. 400.

[2]) Daß beim nahverwandten Eichenprozessionsspinner der Kamm fehlt, beruht (nach Prell) auf der viel weicheren Beschaffenheit von dessen Kokon.

[3]) Der ganze Fragenkomplex bedarf aber wohl noch eingehender Untersuchung.

nötig ist, erfolgt in diesen Fällen von innen heraus, von dem von der Raupe übernommenen Fettkörper[1]).

Die meisten Falter aber holen die Nahrung von außen. Mit Ausnahme der primitivsten Formen, der winzigen Micropterygiden, die noch funktionsfähige Mandibeln besitzen, und mit diesen Pollenkörner (von *Ranunculus* oder *Caltha*) fressen, sind alle übrigen Schmetterlinge auf die Aufnahme von flüssiger Nahrung angewiesen. Die Aufnahme geschieht mit Hilfe des Rüssels, der zu diesem Zweck ausgestreckt und mit der Spitze in die Flüssigkeit getaucht wird[2]). Das Emporziehen der Flüssigkeit durch den Hohlraum des Rüssels geschieht nicht durch den sog. „Saugmagen", sondern durch den hinter der Mundöffnung liegenden, mit starken Muskeln und zwei Ventilen ausgestatteten Saugapparat (Schlundkopf). Will der Falter Flüssigkeit einziehen, wird das hintere Ventil geschlossen und der Schlundkopf ausgedehnt, wodurch ein luftverdünnter Raum entsteht, in den die Flüssigkeit einströmt. Ist der Schlundkopf damit gefüllt, wird das vordere Ventil geschlossen, das hintere geöffnet und zugleich der Schlundkopf verengt, wodurch die Flüssigkeit in den „Saugmagen" gepreßt wird. Indem sich das Öffnen und Schließen der beiden Ventile mit großer Geschwindigkeit vollzieht, entsteht ein kontinuierliches Strömen der Flüssigkeit durch den Rüssel in den Darm des Schmetterlings hinein (Hering).

Die meisten Schmetterlinge sitzen während des Saugens ganz ruhig auf ihrer Nahrungspflanze, andere klappen dabei langsam die Flügel auf und zu, wieder andere laufen eifrig auf den Blüten umher. Viele nehmen „mit den Flügeln vibrierend" „in Bereitschaftsstellung" die Nahrung auf, während wieder andere, die Sphingiden, bei ungeheuer schnellem Flügelschlag in der Luft vor der Blüte stehend ihren Rüssel in das Innere derselben versenken. Die Bewegung erfolgt dabei so schnell, daß man meist nur den Körper des Tieres, nicht aber die schlagenden Flügel unterscheiden kann (z. B. beim „Taubenschwänzchen").

Es ist hauptsächlich der von den Pflanzen abgesonderte Honig (Nektar), der den Faltern, von dessen Geruch angelockt[3]), zur Nahrung dient[4]). Doch werden auch andere Säfte nicht verschmäht, so der süße Fruchtsaft von geplatzten Birnen oder Äpfeln, ferner ausfließender Baumsaft, an dem

[1]) Das Fettgewebe im Schmetterlingskörper ist von einer dünnen Bindegewebshaut umgeben. Bei manchen Arten pflegt diese Haut leicht zu reißen, sei es durch Verletzungen, sei es durch beim Eintrocknen des in die Sammlung gebrachten Falters entstehende Schrumpfung. Das Fett dringt dann in alle Teile des Körpers und der Flügel, wodurch diese ein „öliges" Aussehen bekommen (Hering).

[2]) Bei der Nahrungsaufnahme der Schmetterlinge spielen nicht nur orale, sondern auch pedale Geschmacksorgane (d. h. solche, die an den Fußspitzen sitzen) eine bedeutsame Rolle. Sobald die Füße eines Schmetterlings mit einer Zuckerlösung in Kontakt kommen, wird der Rüssel vorgeschnellt, wobei er auf die süße Unterlage trifft. Diese pedalen Geschmacksorgane besitzen eine überaus große Empfindlichkeit; sie reagieren noch auf eine Zuckerlösung, die etwa 250 mal stärker verdünnt ist als eine für den Menschen eben merkliche süße Zuckerlösung. (K. v. Frisch, Versuche über den Geschmackssinn der Biene. — Die Naturw., 1930.)

[3]) In der Hauptsache sind es die „terpenoiden Duftstoffe" Kerner von Marilauns, die als Anlockungsmittel dienen, sie beruhen auf dem Gehalt an ätherischen Ölen (s. Hering, S. 121).

[4]) Daß durch das Holen des Nektars aus den Blüten durch die Schmetterlinge zugleich die Bestäubung der Blüten vermittelt wird, ist ja allgemein bekannt.

sich oft Scharen von Schmetterlingen ansammeln[1]), auch Blattlauskolonien werden aufgesucht, um die von den Läusen ausgeschwitzten Exkrete zu schlürfen. Daß der Bienenhonig eine beliebte Nahrung des Totenkopfes (*Acherontia atropos* L.) darstellt, ist allen Imkern bekannt.

Manchmal scheint sich ein unstillbarer Durst einzustellen, vor allem bei gewissen Eulen, die sich von den „Naturkneipen", die durch fließende Bäume gebildet werden, oder auch von den „Kunstkneipen", die der ködernde Sammler[2]) errichtet hat, kaum mehr trennen können, und die sich bisweilen so vollsaugen, daß sie am Flug behindert sind (Spuler)[3]).

Manche Schmetterlinge werden durch andere Gerüche, die nichts weniger als süß sind, angezogen. So übt der menschliche Schweiß auf viele Tagfalter eine große Anziehungskraft aus, was man als Bergsteiger erfahren kann, wenn man sich nach anstrengendem Marsch zur Ruhe hinsetzt und von Faltern geradezu überfallen wird. Auch durch noch weniger angenehm riechende Düfte werden manche Falter zur Nahrungsaufnahme angelockt, wie durch zerfließenden Käse oder frische Exkremente.

Das Geschlechtsleben.

Das Geschlechtsleben der Schmetterlinge drängt sich in der Regel auf eine kurze Zeit unmittelbar oder jedenfalls bald nach dem Ausschlüpfen der Falter zusammen. Eine über längere Perioden sich hinziehende Geschlechtstätigkeit oder gar öftere Wiederholungen nach längerer mit Regenerationsvorgängen ausgefüllter Unterbrechung, wie wir sie bei vielen Käfern kennengelernt haben (z. B. *Hylobius, Pissodes* usw.), gibt es bei den Schmetterlingen nicht.

Die Anziehung der beiden Geschlechter wird in den weitaus meisten Fällen durch den Geruch bewirkt (nur bei den Tagfaltern spielt auch der Gesichtssinn hierbei eine bedeutende Rolle). So sind besondere Duftorgane bei den Schmetterlingen eine häufige Erscheinung. Die von ihnen abgeschiedenen Duftstoffe sind bei Männchen und Weibchen bezüglich ihrer Reichweite und Wirkung verschieden. Beim Weibchen haben die Düfte die Bedeutung eines Anlockungsmittels für das Männchen, sie sollen daher möglichst weit wirken. Auf welch unglaubliche, ja für uns Menschen unfaßbare Entfernungen die Wirkung bisweilen reicht, zeigen Beobachtungen, wonach Männchen viele Kilometer weit geflogen sind, um zu einem eingesperrten Weibchen zu gelangen. „Es werden sogar Fälle berichtet, wo die Männchen durch den Schornstein in ein Zimmer gelangten, wo ein zu ihrer Art gehöriges Weibchen sich befand, ja es ist sogar vorgekommen, daß ein Anflug zu einer Schachtel stattfand, in der im vorhergehenden Jahr ein Weibchen

[1]) In den Baumsäften sind oft Bakterien und andere pathogene Mikroben enthalten. So können durch von Baum zu Baum fliegende Falter Krankheiten verbreitet werden.

[2]) Als Köder werden verschiedene Substanzen verwendet: getrocknete Apfelschnitten mit Zuckerwasser getränkt, oder Honig oder Sirup mit Braunbier und Zucker versetzt (zu gebrauchen erst nach einigen Wochen, wenn die Mischung in Gärung übergegangen ist).

[3]) Über die ernährungsphysiologischen Vorgänge hat in neuerer Zeit W. K. Stober Untersuchungen angestellt („Ernährungsphysiologische Untersuchungen bei Lepidopteren," Z. f. vergl. Physiol. Bd. 6, 1927). Danach war bei solchen Faltern, die Nahrung zu sich nahmen, nur eine Rohrzuckerspaltung nachweisbar, während eine Stärke-, Fett- oder Eiweißspaltung oder -resorption nicht festzustellen war. Bei Faltern, die keine Nahrung mehr aufnehmen, fehlt jedes Verdauungsferment. Der Darm fungiert hier lediglich als Reservoir für den Puppenkot.

gehalten wurde" (Hering). Auch ist der Anflug oft sehr groß, Fälle, daß 50 oder 100 und mehr Männchen sich in kurzer Zeit um ein Weibchen scharten, sind nicht selten beobachtet worden. Das Abgeben von Duftstoffen scheint nur von begrenzter Dauer zu sein, und in der Regel aufzuhören, sobald die Begattung vollzogen ist, wenigstens findet dann gewöhnlich kein Anflug von Männchen mehr statt (eine Ausnahme bilden nur die Arten, bei denen eine mehrmalige Kopula vollzogen werden muß, siehe unten). Hering nimmt an, daß irgendein Zusammenhang zwischen den Genitalbewegungen, die das zur Begattung geneigte Weibchen ausführt, und der Duftausstrahlung besteht, etwa in der Weise, daß durch jene Bewegungen ein Druck auf die den Duftstoff erzeugenden Drüsen ausgeübt wird, wodurch diese ihren Inhalt nach außen abgeben.

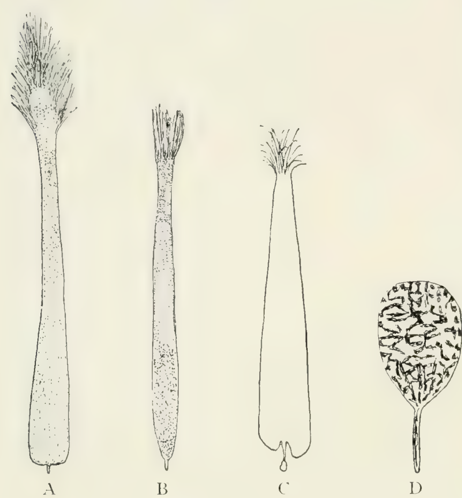


Abb. 43. Verschiedene männliche Duftschuppen. A von *Argynnis paphia* L., B von *Satyrus semele* L., C von *Pieris brassicae* L., D von *Lycaena arion* L. Nach Hering.

Während also die weiblichen Duftstoffe zur Anlockung des Männchens dienen, hat der vom Männchen ausgehende Duft hauptsächlich den Zweck, das Weibchen sexuell anzuregen, um es zur Kopula zu treiben. Da das Männchen den Duft erst dann ausströmen läßt, wenn es ein Weibchen gefunden hat, so braucht dieser nur auf geringe Entfernung wirksam zu sein.

Auch bezüglich der den Duft produzierenden Organe bestehen große Unterschiede in beiden Geschlechtern. Während sie beim Weibchen gewöhnlich am Ende des Abdomens, zwischen dem 8. und 9. Abdominalsegment, sitzen, ist ihreLage beim Männchen außerordentlich verschieden, sie können hier fast in jeder Körperregion vorkommen. Oft finden sie sich auf den Flügeln, über den ganzen Flügel zerstreut oder an einzelnen Stellen auf der Ober- oder Unterseite lokalisiert, oder in einem Umschlag („Costalumschlag") oder einer Einrollung des Flügelrandes, oder aber an den Beinen, und zwar meist an den Hintertibien, oder endlich auch am Abdomen, und zwar häufiger in der vorderen als in der hinteren Region.

Die Duftorgane bestehen im allgemeinen aus zwei Hauptbestandteilen: dem eigentlichen Drüsenorgan, das die Duftstoffe sezerniert und den meist

[1]) Kunike (Zeit. f. ang. Ent. Bd. XVI. 1930) wies nach, daß bei der kleinen Wachsmotte (*Achroea geisella* F.) die ♂♂ Duftstoffe produzieren, die zur Anlockung der ♀♀ dienen. Das Verhältnis ist also hier umgekehrt.

darüber sitzenden Dufthaaren, Duftschuppen oder dem Duftpinsel, die durch möglichste Oberflächenvergrößerung eine schnellere Verdunstung bewirken. Die Duftschuppen können die verschiedensten Formen zeigen, wie aus den beigegebenen Abbildungen (Abb. 43) zu ersehen ist.

Der Begattungsakt selbst vollzieht sich in verschiedener Weise. Bei den Tagfaltern kommt das Männchen von oben herangeflogen und packt das Hinterende des Weibchens mit seinen Genitalanhängen. Sobald es sich daran verankert hat, dreht es sich herum, so daß es jetzt seinen Kopf vom Weibchen abgewendet hat, und schlägt nun seine Flügel nach oben zusammen, worauf das Weibchen dasselbe tut; es kommen dann die männlichen Flügel zwischen die weiblichen zu liegen. Bei den Nachtfaltern kommt das Männchen unter heftigen Flügelschlägen von der Seite zu dem ruhig mit seinen dachförmig an den Leib gelegten Flügeln dasitzenden Weibchen und sucht mit seiner Hinterleibsspitze an die Genitalöffnung des Weibchens zu gelangen, um sich dort mit seinen Haftapparaten zu verankern. Dann dreht es sich gewöhnlich ebenfalls wie das Tagfalter-Männchen um, so daß es wie dieses vom Weibchen abgewandt sitzt. Dabei sitzt das Weibchen, wenn die Kopula z. B. an einem Baum stattfindet, gewöhnlich oben, während das Männchen herunterhängt (Bd. I, Abb. 110A u. B). Doch kommt es auch vor, daß die verbundenen Tiere sich nach der Seite hin abbiegen, so daß die Längsachsen der Tiere nicht mehr in einer Linie liegen, sondern einen Winkel bilden, also die beiden Tiere mehr oder weniger nebeneinander sitzen (s. Bd. I, Abb. 111).

Die Vereinigung der beiden Geschlechter ist verschieden lang und auch verschieden fest. Bei manchen Arten dauert sie nur wenige Minuten oder gar Sekunden, bei andern dagegen stunden-, ja tagelang. Manche lassen bei der geringsten Störung voneinander los, andere hängen so fest zusammen, daß man sie in ein Giftglas stecken oder mit einer Nadel durchbohren kann, ohne daß sie sich voneinander lösen (Hering).

Bei den meisten Schmetterlingen findet nur eine einmalige Begattung statt. Bei manchen Arten ist aber eine mehrfache Begattung die Regel. „Bei ihnen scheint eine einmalige Befruchtung nicht auszureichen, den gesamten Eivorrat des Weibchens zu befruchten. In solchen Fällen unterbricht das Weibchen nach einiger Zeit die Eiablage, um sich noch ein zweites und später eventuell noch ein drittes Mal befruchten zu lassen. Verhindert man die 2. oder 3. Kopulation, so bleiben die zuletzt abgelegten Eier unbefruchtet und ergeben auch keine Raupen (z. B. bei einigen *Orgyia*-Arten)."

Über die Kopulationsorgane ist oben im Abschnitt über Morphologie schon das Wesentliche gesagt (siehe S. 14). Wir sahen dort, daß es sich im allgemeinen um sehr komplizierte Organe handelt, die einerseits eine ungeheure Mannigfaltigkeit, andererseits eine große Konstanz bei den einzelnen Arten aufweisen. Eine Einrichtung, die wohl dazu dient, eine Kopula zwischen zwei verschiedenen Arten mechanisch möglichst zu verhindern. Es erscheint dies besonders nötig bei den Nachtfaltern (Heteroceren), insofern, als bei diesen die Paarungslust der Männchen sehr stark ausgeprägt und diese durch den weiblichen Duft so erregt werden, daß sie keine Unterscheidungsfähigkeiten mehr haben und dann wahllos in der Nähe befindliche Weibchen irgendeiner anderen Art zu begatten suchen. Daß aber trotz der auf dem verschiedenen Bau der Kopulationsorgane beruhenden „Abriegelung" bisweilen eine Kopulation zwischen artfremden Tieren statt-

finden kann, lehren uns zahlreiche Beobachtungen (siehe Hering, S. 170). Es wurden nicht nur verschiedene Arten einer Gattung, sondern auch Angehörige verschiedener Gattungen in Kopula angetroffen. Doch bedeuten solche Begattungen durchaus nicht immer auch Befruchtung; nur relativ selten folgt der Kopula zwischen den Angehörigen zweier verschiedener Gattungen eine Befruchtung, häufiger ist dies der Fall, wenn zwei nahverwandte Arten miteinander kopulieren. Die Bastarde, die aus solchen Kreuzungen entstehen, sind gewöhnlich unter sich nicht zu weiterer Fortpflanzung fähig, wohl aber kann eine solche durch Rückkreuzung mit der Stammart erzielt werden. Fortpflanzungsfähige Nachkommen von Bastarden gehören zu den Seltenheiten (z. B. *Biston pomonarius* Hb. × *B. hirtarius* Cl.). Einer interessanten Erscheinung ist in diesem Zusammenhang noch Erwähnung zu tun, daß nämlich bei Kreuzungen zweier verschiedener Arten zwitterartige Bildungen auftreten können[1]).

Die meisten Weibchen schreiten unmittelbar nach der Kopula zur Eiablage. Die Eier werden in der Regel auf der zukünftigen Nahrung oder wenigstens nicht weit davon entfernt deponiert, meist an der Oberfläche angeheftet oder in Ritzen oder unter Schuppen geschoben, bisweilen auch etwas in das Gewebe versenkt (bei gewissen Blattminierern). Es ist wohl fast ausschließlich der Geruch, der das Weibchen dabei leitet.

Das Weibchen dehnt bei der Eiablage die letzten Abdominalsegmente aus, oft zu einer langen Legeröhre, und preßt dann das Ei hindurch. Die Eier werden nur in seltenen Fällen einzeln lose ausgestreut, meist werden sie entweder einzeln oder paarweise oder in größeren Gelegen an der Unterlage festgeklebt. Die Gelege werden nicht selten mit der Afterwolle bedeckt (wie beim Schwammspinner, dessen Eier unter einer schwammartigen Decke verborgen sind, oder beim Goldafter usw.) oder mit einem Schutzüberzug aus einem erstarrten Sekret überzogen usw. Bezüglich der Zahl, des Ortes und der Art der Eiablage herrscht eine große Mannigfaltigkeit unter den Schmetterlingen, so daß in vielen Fällen die Schmetterlingsart, von der die Eier stammen, daran erkannt werden kann (s. Abb. 120, 122 u. 123 in Bd. I).

Die Zahl der Eier, die ein Weibchen ablegen kann, ist sehr verschieden, bei manchen Arten bleibt sie unter 100, bei anderen steigt sie bis über 1000 (z. B. *Arctia caja* L.) und sogar bis fast 3000 (*Hep. humuli* L.)[2]).

Die Eiablage vollzieht sich nicht immer ununterbrochen, auf einmal. Bei all den Arten, bei denen die Eier nach und nach reifen (siehe S. 19), vollzieht sich naturgemäß auch die Ablage in verschiedenen Zeitintervallen.

B. Lebensweise der Raupe.

Ernährung.

Weitaus die meisten Raupen sind Pflanzenfresser. Die Art der Pflanzennahrung ist ungemein verschieden. Es gibt wohl kaum irgendwelche

[1]) Verschiedentlich kommt auch Parthenogenese bei den Schmetterlingen vor, und zwar sowohl fakultative als auch obligatorische. Es gibt Arten, die sich ganz ohne Männchen fortpflanzen (verschiedene Psychiden), andererseits können wir nicht selten beobachten, daß Falter, die normalerweise nur befruchtete Eier ablegen, beim Fehlen von Männchen sich ihrer Eier auch in unbefruchtetem Zustand entledigen. Solche Eier gehen allerdings häufig zugrunde, doch können sie sich auch zu normalen Raupen und Faltern entwickeln.

[2]) Die Zahl der Eier wird auch durch äußere Faktoren, wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Nahrungsmangel usw. stark beeinflußt. Näheres wird beim Spanner und der Kieferneule ausgeführt.

Stoffe aus dem Pflanzenreich, die von den Raupen nicht gefressen werden. Sowohl die Wurzeln als der Stamm, ferner Blüten oder Blütenknospen und Früchte dienen als Nahrung, am meisten aber die Blattorgane. Die Art und Weise, wie die Blätter bzw. Nadeln angegriffen werden, ist recht verschieden. Meist beginnt der Fraß vom Blattrand her, es können dabei das ganze Blatt bzw. die ganzen Nadeln mit Stumpf und Stiel verzehrt werden, oder es werden nur Stücke herausgefressen. Ist im letzten Fall der Verlauf des Fraßes derart, daß der größte Teil des Blattes abgeschnitten wird und unbenutzt zu Boden fällt, so sprechen wir von einem „verschwenderischen Fraß", der natürlich besonders schädlich wirkt (z. B. Nonne). Von den vielen Fraßarten der Raupen seien erwähnt, der „Löcherfraß", „Skelettierfraß", „Schabefraß" und „Minenfraß" (Gang- oder Blasenminen). Bisweilen werden durch Raupenfraß auch Anschwellungen des befallenen Pflanzenteiles erzeugt, also Gallen. Übrigens kommt es nicht selten vor, daß ein und dieselbe Raupe während ihres Lebens die Fraßart wechselt; so greift die junge Kiefernspannerraupe die Nadel von der Fläche an (Rinnenfraß), während die älteren Stadien die Nadel vom Rand her befressen (Schartenfraß); oder die Eschenzwieselmotte *(Prays curtisellus* Don.) miniert zuerst als junge Raupe in den Eschenblättern, um später frei an der Oberseite der Blätter zu fressen usw., ähnliches finden wir bei vielen anderen Motten. Manche Raupen ernähren sich ausschließlich von Algen, so daß also von den niedrigsten Pflanzen bis zu den höchstentwickelten Blütenpflanzen kaum eine Pflanzenfamilie vom Raupenfraß verschont bleibt.



Abb. 44. Raupenkot. A von *Sphinx pinastri* L., B von *Dendrolimus pini* L., C von *Lymantria monacha* L. Vergr.

Von den gefressenen Pflanzenstoffen wird die Zellulose in den weitaus meisten Fällen nicht verdaut. Als Hauptnährstoff kommt das Eiweiß in Betracht, daneben werden in geringerer Menge noch Fette und Öle aufgenommen. Alle übrigen Teile der Pflanzensubstanz werden mit den Exkrementen wieder abgegeben. Der Raupenkot ist verschieden geformt und oft sehr charakteristisch für die einzelnen Arten (Abb. 44).

Bezüglich der Auswahl der Pflanzen verhalten sich die Raupen sehr verschieden. Die einen sind monophag, d. h. sie fressen nur eine einzige Pflanzenart (oder höchstens nur ganz wenige sehr nah verwandte Pflanzenarten). Andere fressen gleichmäßig Pflanzen von einigen verschiedenen Gattungen (meist aus derselben Familie, bisweilen aber auch aus verschiedenen Familien): oligophage Raupen. Wieder andere fressen eine große Anzahl der verschiedensten Pflanzen ohne jede Auswahl: polyphage Raupen.

Die polyphagen Raupen sind stammesgeschichtlich alte Formen, Monophagie ist eine Erwerbung neueren Datums (Hering).

Die oligophagen Raupen verdienen auch vom botanischen Standpunkt aus besonderes Interesse, insofern, als durch sie bisweilen schon Verwandtschaften von Pflanzenfamilien festgestellt wurden.

Hering erwähnt folgendes Beispiel: „Unsere Fliedermotte *(Xanthospilapteryx syringella* F.) lebt an Flieder, Liguster und Eiche. Diese drei gehören mit dem Ölbaum zur Familie der Oleaceen. Die Fliedermotte bezeugt durch den Fraß ihrer Raupe, daß diese Zusammenfassung zu Recht besteht. Jn solchen Jahren jedoch, wo sie sehr häufig auftritt und bald Futtermangel einsetzt, findet sie sich ausnahmsweise auch an der Eisbeere *(Symphoricarpus)*, die zu den Caprifoliaceen gehört. Eine Verwandtschaft zwischen den letzteren und den Oleaceen ist erst in allerjüngster Zeit durch Serodiagnose festgestellt worden."

Interessant ist ferner die Beobachtung Herings, daß der Übergang der obigen oligophagen Raupe auf eine so gewöhnliche Futterpflanze nur in Jahren einer Massenvermehrung der Raupe gut bekommen ist, indem sie mit dem fremden Futter fertig wurde, während sie in normalen Jahren, wenn sie auf neues Futter gesetzt, zwar Minen verfertigte, aber bald darin zugrunde ging. Hering wirft daher die Frage auf, ob nicht in Jahren der Massenvermehrung einer Art die einzelnen Individuen eine viel größere Zähigkeit besitzen, so daß sie dann der Schwierigkeit der Nahrungsausnutzung Herr würden.

Bei manchen oligophagen Raupen besteht eine merkwürdige Zweiteilung der Geschmacksrichtung; so haben viele der auf Rosaceen lebenden Raupen (besonders von Kleinschmetterlingen) eine eigentümliche Zuneigung zur Birke, d. h. sie leben außer auf Rosaceen nur noch auf Betula. Bei anderen, z. B. den Arten der Tineidengattung *Tischeria*, bezieht sich die Zweiteilung des Geschmackes auf Rosaceen und Quercifloren (Eichen). Von den Botanikern werden die Betulaceen und Quercifloren für recht spezialisierte Pflanzenfamilien gehalten, während die Rosifloren als ursprüngliche Familie gelten. „Eine nähere Verwandtschaft zwischen beiden hat man nie zu konstruieren versucht, es scheint aber, daß die Raupen hier besser Bescheid wissen und eine Verwandtschaft erkannt haben, die vermutlich erst später von den Botanikern aufgefunden werden wird." „So ist das Studium der Monophagie, Oligophagie und Polyphagie von Wichtigkeit nicht nur für den Zoologen, sondern in gleichem Maße auch für den Botaniker" (Hering)[1].

Die Oligophagie kann auch mit dem geographischen Vorkommen in Beziehung stehen, so bevorzugt der graue Lärchenwickler *(Semasia diniana* Gn.) in der Schweiz die Lärche, während er im Norden vor allem auf Fichte und Kiefer vorkommt.

Auch ein und dieselbe Raupe kann während ihres Lebens die Geschmacksrichtung ändern, so fressen die Raupen von den Incurvariiden (aculeate Tineiden) zuerst in den Blättern von Birke, Weißbuche, Haselnuß und anderen Bäumen, in späteren Stadien dagegen am Boden nur noch niedere Pflanzen[2].

[1]) Gewiß wird man nicht selten oligophage Raupen auch auf Pflanzen antreffen, bei denen eine Verwandtschaft gänzlich ausgeschlossen ist. In vielen dieser Fälle wird man aber finden, daß die in Frage kommenden Gewächse derselben Biocönose, z. B. eines Torfmoores oder Buchenwaldes angehören. „Da liegt dann der Verdacht nahe, daß hier eine Irritierung des Eier ablegenden Weibchens stattgefunden hat dadurch, daß dieses neue Substrat im Dunstkreis der normalen Futterpflanze gestanden hat." Man untersuche also in solchen Fällen genau, ob „die Eiablage nicht im Geruchsschatten der gewöhnlichen Futterpflanze stattgefunden hat; erst wenn dies unter allen Umständen ausgeschlossen ist, darf man versuchen, auf verwandtschaftliche Beziehungen der Pflanze zu schließen" (Hering).

[2]) Man kann diese Arten in der Gefangenschaft auch zwingen, ihr ursprüng-

Auch monophage Raupen können unter bestimmten Bedingungen, nämlich bei Massenvermehrungen, polyphag werden; so ist es eine bekannte Erscheinung, daß die Raupen der „katastrophalen" Forstschmetterlinge (Eule, Spanner usw.) bei Nahrungsmangel abbaumen und alle zur Verfügung stehenden Pflanzen der Waldbiocönose fressen und dabei normale Falter ergeben. Auffallend ist auch hier, daß im Zuchtkasten die betreffenden monophagen Raupen lieber verhungern, als daß sie das ihnen gereichte fremde Futter annehmen.

Manche Raupen sind an bestimmte Stoffe in der Pflanze so gewöhnt, daß sie dieselben nicht mehr entbehren können. So nehmen Raupen, die an den Gerbstoff angepaßt sind, Blätter, denen man künstlich die Gerbstoffe entzogen hatte, nicht mehr an, dagegen fressen sie Blätter, die sie normalerweise verschmähen, wenn man sie mit Gerbstoff bestreicht[1]).

Auch parasitische und saprophytische Pflanzen haben ihre Liebhaber unter den Schmetterlingen, wenn auch nur in sehr beschränkter Zahl. So lebt z. B. die Raupe eines Kleinschmetterlings auf der Mistel. Manche Raupen machen ihre Entwicklung in Pilzen durch, wie die Korkmotte (*Tinea cloacella* Hw.), die außer im Kork auch in Baumschwämmen (*Polyporus*) vorkommt.

Die Pilzfresser bilden einen gewissen Übergang zu den Formen, die sich hauptsächlich von tierischen Stoffen nähren, wie die Kleidermotte, deren Raupen von Wollhaaren, Horn, Leder usw. leben, oder die Wachsmotte, die durch Zerstörung der Wachswaben oft großen Schaden in Bienenstöcken anrichtet.

Es gibt auch Raupen, die von lebenden Tieren sich ernähren, wie die *Coccidiphaga scitula* Rbr., die Schildläuse frißt (und dadurch nützlich werden kann), oder die sogenannten Mordraupen, die neben ihrer Pflanzenkost andere Raupen anfallen. Es gibt eine ganze Anzahl solcher Mordraupen (s. Hering, S. 72 u. 73), zu deren bekanntesten und bösartigsten die Eule *Calymnia trapezina* L. gehört; sie greift alle nackten Raupen an und verschont dabei ihre eigenen Artgenossen nicht. Kannibalismus ist überhaupt ein hervorstechender Zug aller „Mordraupen"; ihm verfallen übrigens bisweilen auch andere sonst harmlose Raupen, wenn sie z. B. bei Futtermangel in enger Gefangenschaft leben[2]).

Die Tageszeit, während der die Raupen dem Fraß obliegen, ist bei den einzelnen Arten verschieden: viele Raupen fressen nur am Tage, andere nur des Nachts. Von den ersteren bevorzugen manche den hellen Sonnen-

liches Futter beizubehalten, erhält dann aber immer nur kümmerliche Zuchtresultate (Hering).

[1]) Eingehende Untersuchungen über die Verarbeitung von tanninhaltigen Substanzen sind bei der Raupe des Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) gemacht worden. Diese und andere sich von Eichenblättern nährenden Raupen besitzen in den kelchförmigen Zellen ihres Mitteldarms Kristalle oder kristallähnliche Gebilde einer tannoiden Substanz (wahrscheinlich eine Verbindung mit Proteinen). Durch die Bindung in den kelchförmigen Zellen wird verhindert, daß die Tannine in das Blut gelangen (Hering).

[2]) Es gibt auch einige Coprophagen (Kotfresser) unter den Schmetterlingsraupen, die aber mehr gelegentlicher Natur zu sein scheinen. Das bekannteste Beispiel hierfür ist die Kleidermotte (*Tineola bisselliella* Hmm.). „Wenn man einzelne Raupen in ein fest verschlossenes Glas bringt und ihnen nur eine geringe Menge Futter dazu reicht, so wird das gewöhnlich bald aufgefressen sein; die aus den Puppen schlüpfenden Falter legen ihre Eier an den Kot der ersten Raupen ab,

schein, während andere im tiefsten Schatten leben. Während der Zeit, da sie nicht fressen, pflegen manche sich zu verbergen, in den oberen Erdschichten, in Rindenritzen usw.

Verschiedenes.

Während die Mehrzahl der Raupen solitär leben, zeigen andere einen ausgesprochenen Geselligkeitstrieb. Dieser kann sich auf das ganze Raupenleben erstrecken oder nur auf einzelne Stadien. So leben die Raupen verschiedener Spinner, wie die des Goldafters, Ringelspinners, Birkennestspinners usw. nur in der Jugend gesellig, während die Raupen des Prozessionsspinners vom Schlüpfen bis zur Verpuppung in Gesellschaft beisammen bleiben. Vielfach verfertigen die gesellig lebenden Raupen große Gespinstnester, in denen sie dauernd bleiben und unter deren Schutz sie auch fressen und sich verpuppen (Gespinstmotten), oder die Raupen verlassen die Nester regelmäßig zur Nahrungsaufnahme, um sie ebenso regelmäßig zur Ruhe oder zum Zwecke der Häutung und auch zur Verpuppung wieder aufzusuchen (Prozessionsspinner).

Auch bei den solitär lebenden Raupen gibt es viele, die sich Gespinströhren machen oder Blattgehäuse, die sie durch Einrollen einzelner Blattpartien oder auch ganzer Blätter verfertigen. Manche Raupen tragen richtige Säcke aus Pflanzenteilen oder anderen Stoffen (Erdpartikelchen usw.) gefertigt mit sich herum, gleich wie die Schnecke ihr Schneckenhaus (Coleophoriden und Psychiden).

Über die Häutungen der Raupen, ihre Zahl usw. wurde oben schon berichtet; hier sei nur erwähnt, daß viele Raupen unmittelbar vor der Häutung den Fraßplatz verlassen, um sich an geschützten Orten zu verkriechen, weil sie in diesem Stadium, bevor die neue Haut erhärtet ist, vielen Gefahren ausgesetzt sind. Durch die Häutung können die Raupen, worauf auch schon oben hingewiesen wurde, wesentliche Veränderungen erfahren, sowohl bezüglich Färbung, Zeichnung, Behaarung, als auch bezüglich der Mundgliedmaßen, letzteres ist besonders da zu beobachten, wo sich die Ernährungsweise in den verschiedenen Stadien ändert.

Die Dauer des Raupenlebens ist ungemein verschieden, sie kann von wenigen Tagen (manche *Nepticula*-Arten) bis zu mehreren Jahren (Cossiden usw.) schwanken. Sie hängt auch von verschiedenen äußeren Faktoren ab; ob die Raupenentwicklung in das Frühjahr oder in den Sommer oder in den Herbst fällt und eventuell durch den Winter unterbrochen wird. Ferner von der Temperatur und Feuchtigkeit; warme Witterung beschleunigt, kalte verzögert im allgemeinen die Entwicklungsdauer. Deshalb hat die gleiche Art in hohen kalten Gebirgslagen oder im Norden oft nur 1, in warmen Gegenden dagegen 2—3 Generationen (siehe darüber auch S. 57)[1]. Des weiteren hat auch die Nahrung einen gewissen Einfluß auf die Dauer der Entwicklung.

worauf die ganzen nun folgenden Generationen sich nur an dem Kot der vorigen entwickeln, so daß man mehrere Jahre hindurch diese Zucht fortführen kann, ohne daß die Tiere aussterben. Jede Generation nährt und entwickelt sich an den Exkrementen der vorigen. Doch kann man beobachten, daß bei den späteren Generationen die Falter immer kleiner und kleiner werden, und es ist zu vermuten, daß diese Entwicklung doch zeitig begrenzt ist."

[1]) Über die Abhängigkeit des Larvenlebens von Temperatur und Luftfeuchtigkeit siehe auch bei der Kieferneule.

„Im Frühjahr, wenn das Futter saftreich und wenig verholzt ist, vollzieht sich diese wesentlich schneller als im Herbst, wo die Nahrungssubstanzen viel schwerer aufgeschlossen und dem Körper der Raupe zugeführt werden können." „Manche *Nepticula*-Arten machen in der 1. Generation, wo die Raupe im Frühjahr lebt, ihre ganze Entwicklung vom Ei bis zur Verpuppung in 2—3 Tagen durch, während dieselben Arten in der Herbstgeneration mehrere Wochen, bisweilen sogar Monate dazu benötigen." Bekannt ist auch das langsame Wachstum der im Herbst fressenden Kiefernspannerraupen (im Gegensatz zu den im Frühjahr fressenden Kieferneulenraupen). Hungernde Raupen brauchen zu ihrer Entwicklung sehr viel länger als reichlich mit Nahrung versehene. Auch Beengung im Raum kann entwicklungsverzögernd wirken[1]).

Verpuppung.

Ist die Raupe ausgewachsen, treten Veränderungen in ihrer Lebensweise ein, Vorbereitungen zur Verpuppung. Bei manchen Raupen macht sich im letzten Stadium, schon längere Zeit vor der Verpuppung, wenn die Raupe noch frißt und an Größe zunimmt, eine Veränderung der Färbung bemerkbar: grüne Raupen werden rot oder braun, braune manchmal grün, „ein Anzeichen dafür, daß im Innern des Raupenkörpers sich schon bedeutsame Veränderungen vollziehen". Später, kurze Zeit vor der Verpuppung, hört die Raupe allgemein zu fressen auf, sie wird meist unruhig, läuft viel umher, bis sie einen geeigneten Platz für die Verpuppung gefunden hat. Gelingt ihr dies nicht, so kann sie durch das dauernde Umherlaufen so geschwächt werden, daß sie zugrunde geht.

Der Ort der Verpuppung kann sehr verschieden sein. Viele Raupen (Tagfalter) klettern an Baumstämmen, Bretterzäunen oder Mauern empor, um dort an rauhen Stellen die Verwandlung durchzumachen, während andere (viele Spinner, Schwärmer, Eulen, Spanner usw.) sich zu diesem Zweck mehr oder weniger tief in die Erde eingraben[2]). Die endophagen Raupen (wie Minierer, Holzbohrer usw.) verpuppen sich zum Teil am Ort ihres Fraßes in der Raupenwohnung. Viele von ihnen, wie die Holzbohrer, führen einen Fraßgang bis kurz vor die äußerste Schicht, die sie von der Außenwelt trennt, so daß nur noch eine ganz dünne Lamelle stehen bleibt, durch die sich die Puppe oder der Falter leicht einen Weg nach außen bahnen kann. Zahlreiche Minierer verlassen aber auch die Minen, um sich außerhalb in einem besonderen Gespinst, in einem Blattumschlag oder dergleichen zu verpuppen. Bei den Sackträgern findet die Verpuppung gewöhnlich im Sack statt. Da dieser von der Raupe an seinem offenen Vorderende an der Unterlage festgesponnen wird, so muß die Raupe vor der Verpuppung noch eine Umdrehung machen.

Ist die Raupe am Verpuppungsort angelangt, so beginnt sie mit den Arbeiten zur Befestigung und zum Schutz der zukünftigen Puppe, was

[1]) Es wurden in dieser Hinsicht im hiesigen Institut interessante Untersuchungen angestellt von Chr. Hofmann. Die Ergebnisse werden demnächst veröffentlicht.

[2]) „Um sich die Arbeit des Wühlens zu erleichtern, bestreichen sich viele Schwärmerraupen den ganzen Leib, selbst die Sohle der Bauchfüße mit einer abgesonderten Flüssigkeit, um sich genügend schlüpfrig zu erhalten. Wahrscheinlich kommt das auch bei anderen Familien, die sich in der Erde verpuppen, vor" (Hering).

in der Hauptsache durch eine mehr oder weniger umfangreiche Spinntätigkeit geschieht. Im einfachsten Fall wird nur am Hinterende ein kleines, aus wenigen Fäden bestehendes Gespinst angelegt, an dem die Puppe an der Unterlage aufgehängt wird (Sturzpuppe, Pupa suspensa), oder es wird ein Gespinstfaden als Gürtel um den Leib gelegt, um so die Puppe an der Unterlage zu festigen (Gürtelpuppe, Pupa cingulata) usw.

Bei anderen Schmetterlingen (der Mehrzahl) findet die Verpuppung mehr oder weniger verborgen statt, sei es in zusammengesponnenen Blättern (wie viele Wickler, Zünsler usw.) oder in einer mit mehr oder weniger losem Gespinst ausgekleideten Erdhöhle, oder in einem aus Erd- oder Holzteilchen zusammengesponnenen oder lediglich aus Gespinstfäden bestehendem Kokon. Letzterer kann von der verschiedensten Beschaffenheit sein, einerseits ganz grobmaschig und durchsichtig, andererseits sehr dicht und völlig undurchsichtig, mitunter so fest, daß man ihn kaum zerdrücken kann. Auch die Farbe und Struktur der Kokons sind sehr verschieden. Wir kennen weißliche, braune, rote, grünliche, gelbliche, violette und auch marmorierte Kokons, von seidenartigem Glanz, rauhem, wolligem oder schmelzartig glasigem Aussehen; zuweilen wird der Kokon mit abgelagertem Kot überdeckt.

Unmittelbar vor der Verpuppung gibt die Raupe einen großen Kotballen ab, der (bei *Saturnia)* bis $^1/_3$ der Größe der Raupe betragen kann. Nach Hering ist der Ballen um so größer, je gesünder die Raupe war, während bei kränklichen Raupen nur eine geringe oder gar keine Absonderung erfolgt. Nach Abgabe des Kotballens sinkt sie deutlich zusammen, behaarte Raupen haben dann größtenteils ihre Haare verloren, und die Raupen der Spanner vermögen dann keine spannenden Bewegungen mehr auszuführen (Hering).

Es beginnt nun eine Ruhezeit, die Tage, Wochen und sogar Monate dauern kann, und in der eine tiefgreifende Umbildung des Tieres stattfindet. Die Raupe wird kürzer, die Brustringe werden aufgetrieben usw., bis nach vollendeter Umbildung auf dem Brustrücken die Haut aufreißt und nach Abstreifen derselben die noch weiche, von durchsichtiger Hülle umgebene Puppe entsteht. Zunächst noch eine Pupa libera, wird sie durch die unmittelbar darauf erfolgende Absonderung einer Chitinhülle in die definitive Pupa obtecta übergeführt.

3. Die Rhumbler'sche Bioformel.

Zur raschen Übersicht über den zeitlichen Ablauf der verschiedenen Entwicklungsstadien wollen wir uns hier an Stelle der Nitscheschen Tabellen (s. Bd. I, S. 178) der von Rhumbler eingeführten kürzeren „Bioformeln" bedienen, die außer der Raumersparnis den Vorteil haben, daß sie sich wie mathematische Formeln sprechen und lesen lassen, daß sie infolge ihres geringen Raumverbrauches auf jeder Sammlungsetikette aufgeschrieben oder aufgedruckt werden und auch in kurzen faunistischen Kompendien Verwendung finden können usw.

Die Formel besteht aus einem Bruch, dessen Zähler in der mathematischen Schreibform einer Differenz, dessen Nenner in jener einer Summe auftritt, und der als solcher ohne weiteres gelesen werden kann; dabei haben die Monatszahlen für jedes Stadium eine bestimmte Stelle, das Eistadium die erste Stelle, das Larvenstadium (durch sein Minuszeichen besonders kenntlich) die zweite Stelle im Zähler, das Puppenstadium die erste Stelle und das

Imaginalstadium (durch ein Plusvorzeichen besonders kenntlich) die zweite Stelle im Nenner. Ein Irrtum in der Deutung der Formel ist, sobald man sich dies klar gemacht hat, ausgeschlossen.

Die Grundformel hat also folgende Form und Bedeutung:

$$\frac{\text{Eizeit} - \text{Larvenzeit}}{\text{Puppenzeit} + \text{Imaginalzeit}}$$

Fängt die Formel mit einem Minuszeichen an, so ist die Eizeit in der Formel weggelassen, und diese ist dann gleich der Imaginalzeit.

Die Zahlen bedeuten die entsprechenden Monate nach ihrer Reihenfolge im Jahresverlauf, also 1 = Januar, 2 = Februar, 3 = März usw., sie werden von 1 bis 9 ohne Zwischenzeichen aneinandergeschrieben, von 10 (Oktober) bis 12 (Dezember) aber von ihren Vorgängern durch einen Punkt getrennt, damit sie letzterenfalls nicht mit zwei einfachen Monatszahlen verwechselt werden, also 8. 12 = August bis Dezember.

Die Buchstabenexponenten (also 1^a, 5^p u. dgl.) bei den Monatszahlen bedeuten a (anterior) = erste Hälfte p (posterior) = letzte Hälfte des betreffenden Monats[1]).

Das Komma bedeutet Überwinterung, man nenne es kurz „Winterkomma", um seine Bedeutung nicht zu vergessen. Es wird jedesmal dann gesetzt, wenn die Formel die Dezember-Januar-Grenze aufeinanderfolgender Jahre durchläuft. Die Anzahl der Kommas in einer Formel ergibt hiernach die Generationsdauer des Insekts, z. B. heißt in dieser Beziehung *Sphinx pinastri* L. = $\frac{-89}{10{,}5 + 67}$ überwintert im Puppenstadium, weil das Winterkomma in der Puppenmonatszahl im Nenner steht, und seine Generation ist einjährig, weil nur ein Komma in der Formel vorkommt.

Jedes A (Annus) bedeutet ein ganzes Jahr, mit jedem A rückt also die Formel um 12 Monate weiter in das folgende Jahr hinein, z. B. Blausieb, *Zeuzera pyrina* L. = $\frac{-8, A, 4}{5 + 67}$ d. h. Ei im Juni-Juli, Raupe vom August an, überwintert, lebt als Raupe das folgende (zweite) Jahr hindurch (A), überwintert wieder und verpuppt sich im Mai des dritten Kalenderjahres, um alsdann im Juni-Juli als Imago aufzutreten. Generation 2 jährig (vgl. zwei Winterkomma).

Eine eckige Einklammerung eines Formelteiles bedeutet, daß der betreffende Teil der Formel für eine weitere (2., 3. usw.) Generation im Jahre gilt. Die Formel wird dann entsprechend kompliziert, bleibt aber immerhin einfacher als jede andere früher übliche Darstellungsweise. So würde z. B. die Bioformel für die Kiefernbuschhornblattwespe *Lophyrus pini* L.

$$\frac{4 - 56}{7 + 78 \left[\frac{78-89}{10{,}3 + 4}\right]}$$

zu lauten haben, eine Formel, die sich immer noch rasch herunterlesen und bei einiger Übung auch mit dem Lesen zugleich ohne weiteres deuten läßt.

Die ganze Formulierung läßt sich in wenigen Minuten vollkommen sicher erlernen. Der Beidruck der Formeln zu den Namen kann die Be-

[1]) Für viele Zwecke wird eine Angabe ganzer Monate genügen, man läßt dann die Exponenten weg, was die Formel wesentlich vereinfacht.

stimmung von Larven, Puppen und Imagines ungemein erleichtern, weil man an den rasch zu überblickenden Formeln sofort sieht, ob ein zu gewisser Jahreszeit gefundenes Stadium an der ihm zukommenden Formelstelle die betreffende Zeit enthält oder nicht. Hat man z. B. eine Raupe im Juli gefunden und zu bestimmen, so fallen sofort alle Schmetterlinge außer Betracht, die hinter dem Minuszeichen im Zähler den Monat Juli, d. h. die Zahl 7 in nuce nicht eingeschlossen enthalten u. dgl. mehr (Rhumbler).

4. Nutzen und Schaden der Schmetterlinge. Forstliche Bedeutung.

Wenn wir vom Nutzen der Schmetterlinge reden, so denken wir in erster Linie an die Seidenspinner, von denen die Seide gewonnen wird. Außer verschiedenen Saturniden ist der Hauptseidenlieferant der gewöhnliche Seidenspinner, *Bombyx mori* L., der schon sehr frühzeitig aus China bei den Römern eingeführt wurde und von dessen Zucht heute große Bevölkerungsteile in südeuropäischen und vielen asiatischen Ländern ihr Leben fristen. Es gibt kein anderes Insekt, das dem Menschen soviel Gewinn bringt.

Ein weiterer Nutzen der Schmetterlinge ist darin zu erblicken, daß sie als Blütenbestäuber eine ziemliche Rolle spielen.

Ungleich umfangreicher ist das Schadenkonto der Schmetterlinge, da ja weitaus die meisten Raupen von lebender Pflanzensubstanz sich ernähren. Da nun gerade bei den Schmetterlingen die Neigung zu Massenvermehrung, wenigstens in unserem Klima, ziemlich verbreitet ist, so können die Schädigungen der Pflanzenwelt oft sehr beträchtlich werden und zu völligem Kahlfraß und schließlich zur Vernichtung großer ausgedehnter Kulturen führen. Alle Kulturen können davon betroffen werden; Gemüse-, Wein-, Obst- und Forstkulturen leiden in gleicher Weise unter Raupenfraß. Man denke an die Riesenschäden, die alljährlich durch den Heu- und Sauerwurm dem Weinbau oder durch die Obstmade dem Obstbau, oder durch den Kohlweißling dem Gemüsebau zugefügt werden.

Auch die größten Insektenkatastrophen in unseren Wäldern beruhen auf Raupenfraß. Ich erinnere an die Eule (*Panolis flammea* Schiff.), die in den Jahren 1923—25 in Norddeutschland Hunderttausende von Hektar Kiefernwald befallen hat, oder an die Nonne (*Lymantria monacha* L.), der einige Jahre vorher in Böhmen ebensoviel Fichtenwald zum Opfer gefallen, oder an den Kiefernspanner (*Bupalus piniarius* L.), der fortwährend unsere Kiefernwälder bald da, bald dort zerzaust.

Was bei den Schmetterlingskatastrophen erschwerend gegenüber den Käferkatastrophen hinzukommt, ist der Umstand, daß jene meist primärer Natur sind, also ganz gesunde Wälder betreffen, während letztere meist sekundär auftreten.

Neben den katastrophalen Großschädlingen, deren Massenvermehrungen in Intervallen Orkanen gleich über die Wälder dahinfegen, gibt es ein großes Heer von Schmetterlingen, die stets, wenn auch in geringerer Zahl, in unseren Wäldern hausen, immerwährend kleinere Schäden verursachend, und so die Arbeit des Forstmanns mehr oder weniger erschwerend. Zu ihnen gehören unter anderen viele der auf Forstpflanzen lebenden „Kleinschmetterlinge“ (Motten, Wickler, Zünsler, Sesien usw.), die oft daran mitwirken, daß Kulturen nicht hochkommen, daß Mißbildungen entstehen oder daß die

Bäume so geschwächt werden, daß sie sekundären Feinden zum Opfer fallen; doch können manche von ihnen bisweilen auch zu so starken Massenvermehrungen gelangen, daß sie ähnliche Schadwirkungen wie jene katastrophalen „Großschmetterlinge" hervorrufen.

Wir sind also wohl berechtigt, die forstliche Bedeutung der Schmetterlinge sehr hoch anzuschlagen, ja die Schmetterlinge zu den schädlichsten Forstinsekten überhaupt zu rechnen.

5. Epidemiologie.

A. Verlauf der Raupenkalamitäten.

In der Regel nehmen die Kalamitäten einen für jede Art mehr oder weniger charakteristischen Verlauf, sowohl bezüglich des Zeitraums als auch der Art des Aufstiegs und des Abfalls (Krisis). Im allgemeinen können wir 4 Phasen unterscheiden:

1. Vorbereitungsjahr. In ihm wird der erste Anstoß zur Gradation gegeben. Eine Fraßbeschädigung ist noch nicht wahrzunehmen.
2. Prodromalstadium. Fraß meist noch sehr gering, wirtschaftlich noch ohne Belang. Nur durch eingehende Untersuchungen (Zahl der Puppen usw.) ist der Anstieg der Vermehrung festzustellen.
3. Eruptionsstadium. Die Übervermehrung hat einen hohen Grad erreicht und zeitigt heftige Symptome (starke Fraßbeschädigungen bis Kahlfraß).
4. Krisis. Die Übervermehrung bricht zusammen.

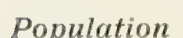
Je nach der Dauer der Gradation, des Entwicklungstempos der einzelnen Stadien kommen für die einzelnen Schädlinge charakteristische Kurven zustande, die an die Fieberkurven menschlicher Infektionskrankheiten erinnern. Wie diese in gewissen Grenzen variieren können, sind auch die Gradationskurven nicht immer völlig übereinstimmend, sondern können auch einen mehr oder weniger atypischen Verlauf zeigen. Oft macht die Gradation schon im Prodromalstadium halt, ohne daß es zur Eruption gekommen ist, oder es kann das Prodromalstadium verlängert werden usw.

Der heutige Stand unserer epidemiologischen Erkenntnis erlaubt es uns in den meisten Fällen noch nicht, das Typische vom Atypischen zu unterscheiden. Nur bei der Eulengradation können wir dank der Arbeiten Berwigs, der den Verlauf zahlreicher Kalamitäten der letzten hundert Jahre durch mühsames Aktenstudium festgestellt hat, mit einigem Recht von einer typischen Kurve sprechen, die sich im allgemeinen über drei Jahre hinzieht. Die Spanner- und Nonnenkurven scheinen in ihren Anfängen der Eulenkurve nicht unähnlich, dagegen verharren sie gewöhnlich längere Zeit auf den hohen Fraßstufen. Auch ist der Abfall oft nicht so steil wie bei der Eule. Doch bedarf es zur Aufstellung typischer Kurven bei den meisten Schmetterlingen noch eingehender Untersuchungen.

B. Aetiologie.

Im Vorwort des im Jahre 1914 erschienenen I. Bandes dieses Werkes schrieb ich: „Weit mehr als damals (d. h. zu Nitsches Zeiten) trachtet man heute danach, den Ursachen der Schädlingsvermehrung nachzuforschen und die bestehenden Kausalzusammenhänge aufzudecken". „Es genügt nicht mehr, daß wir über die Entwicklungsgeschichte eines Schädlings Bescheid

wissen, sondern wir müssen auch alle seine Abhängigkeiten von der Umwelt, der organischen wie der anorganischen, genau kennen. Wir müssen wissen, wie der Schädling resp. jedes einzelne Stadium desselben, sich gegen die verschiedenen klimatischen Einflüsse, wie Hitze, Kälte, Feuchtigkeit, Trockenheit, ferner gegen die verschiedenen Kulturformen, Pflanzenrassen usw. verhält, welche Feinde er hat und in welchem Verhältnis die verschiedenen Feinde auf ihn einwirken, ferner muß wieder jeder der Feinde ebenso genau wie der Schädling selbst studiert werden, d. h. wir müssen von jedem Feind die Entwicklungsgeschichte sowie seine Abhängigkeiten von der gesamten Umwelt zu eruieren suchen.“ Was ich vor 15 Jahren als Forderung aufstellte, ist heute zumselbstverständlichen Hauptinhalt der Forstentomologie geworden. Die epidemiologische Forschung beherrscht jetzt fast jede forstentomologischeUntersuchung größeren Stils, und so kommt denn heute auch den meisten Arbeiten allgemeines wissenschaftliches Interesse zu.



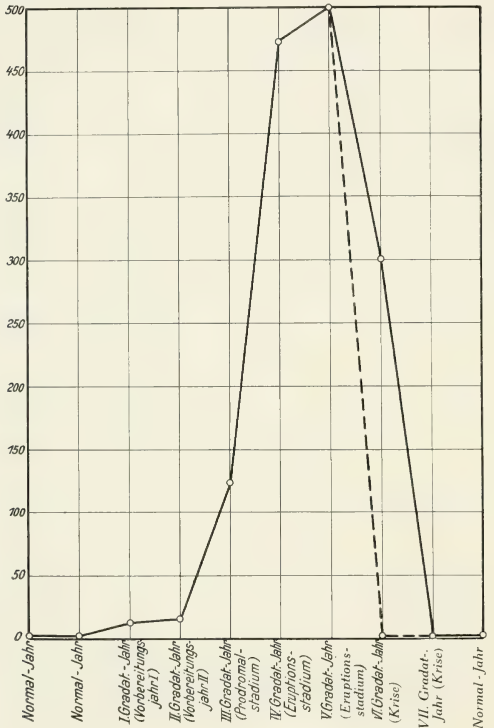


Abb. 45 A. Gradationskurve des Kiefernspanners.

In ihrer bisherigen Entwicklung hat die epidemiologische Forschung verschiedene Richtungen eingeschlagen. In den ersten beiden Dezennien dieses Jahrhunderts glaubte man unter dem Einfluß des nordamerikanischen Entomologen Howard und seiner Schule[1]) stehend, in dem schwankenden Zahlenverhältnis der Parasiten und Räuber zu den Schädlingen den Schlüssel zum Verständnis für den Massenwechsel der letzteren gefunden zu haben: für den Beginn einer Kalamität wurde in der Hauptsache das Versagen der Parasiten, für die Beendigung deren Überhandnahme verantwortlich gemacht.

---

[1]) Siehe Escherich, K., Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Berlin 1913.

Die Hochkonjunktur für Parasiten ist im Schwinden begriffen und schickt sich an, ins Gegenteil umzuschlagen, um von einer Hochkonjunktur für den zweiten möglichen Ursachenkomplex, die abiotischen Faktoren, abgelöst zu werden. Heute besteht die höchste Meinung für die klimatischen Faktoren. Sie sind es nach der gegenwärtig immer allgemeiner werdenden Anschauung ausschließlich oder fast ausschließlich, die den Massenwechsel beherrschen und die also die Ursache sowohl für den Beginn, als für die Beendigung einer Schädlingskalamität darstellen. Durch experimentelle und historisch-statistische Arbeiten englischer und amerikanischer Forscher (Hunter, Pierce, Shelford, Cook, Kirkpatrick) und auf deutscher Seite durch Untersuchungen von Berwig, Blunck, Bremer, Fr. Eckstein, Hase, Janisch u. a.[1]) eingeleitet, fand diese Richtung den klarsten und am schärfsten formulierten Ausdruck in der im Jahre 1928 erschienenen Arbeit von Fr. Bodenheimer: „Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur?" (Biol. Zentrbl. Bd. 48, 1928), eine Arbeit, die einen Markstein in der Geschichte der Epidemiologie der Schädlingskalamitäten darstellt[2]).

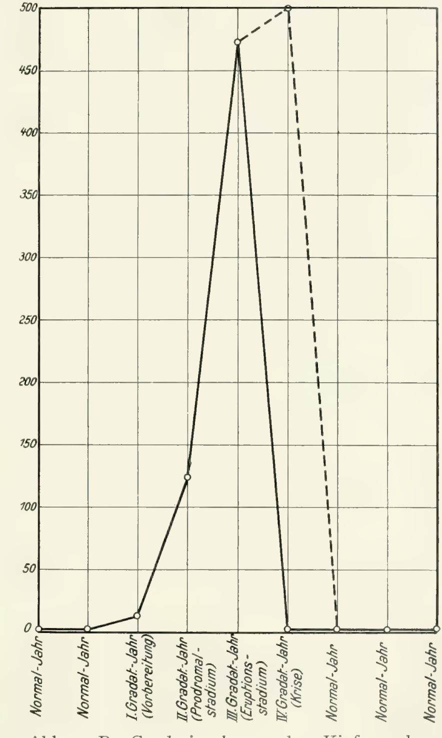


Abb. 45 B. Gradationskurve der Kieferneule.

Bevor ich näher auf diese „klimatische Richtung" in der

[1]) Eine Übersicht über die neuere epidemiologische Literatur findet sich bei Blunck (1928, siehe unten). — Es sei in diesem Zusammenhang auch auf die ausgezeichnete Übersicht unserer derzeitigen Kenntnis der Beziehungen zwischen Klima und Insektenleben von Uvarow hingewiesen (B. P. Uvarow, Weather and climate in their relation to insects. — London 1929; eine deutsche Übersetzung findet sich in Band XVII der Zeitschr. f. angew. Entom.).

[2]) Die Lektüre dieser Studie hat mich derartig gefesselt, daß ich mich sofort entschloß, zu Bodenheimer nach Palästina zu reisen, um seine Arbeitsweise kennenzulernen und an Ort und Stelle den Einfluß des dortigen stark abweichenden Klimas auf auch bei uns vorkommende Insekten zu beobachten. Für die überaus liebenswürdige Aufnahme, die ich vom Kollegen Bodenheimer während meines fast dreiwöchigen Aufenthaltes in Palästina erfahren habe, möchte ich an dieser Stelle herzlich danken.

Epidemiologie eingehe, muß aber folgendes bemerkt werden: Die Anschauung, daß die Vermehrungsgröße der Insekten wesentlich durch klimatische Faktoren beeinflußt wird, ist nicht neu. Sie ist im Gegenteil sehr alt. Wer Ratzeburg aufmerksam studiert, wird dies in vielen Stellen bestätigt finden. Klingt es nicht vollständig neuzeitlich, wenn Ratzeburg (in seiner „Waldverderbnis" Bd. II, S. 63) bei Gelegenheit einer Zurückweisung von Vogelschützlern, die die Massenvermehrungen des grauen Lärchenwicklers (*Semasia diniana* Gn.) auf den Mangel der Vögel zurückführen möchten, sagt: „Allermeist werden sich, wenn man die Ursachen größerer Insekteninvasionen gründlich untersucht, dieselben mehr als klimatische und meteorologische nachweisen lassen." Wir können also wohl mit Recht die „klimatische Richtung" überhaupt als die erste epidemiologische Richtung ansehen, die dann durch die Parasiten-Richtung verdrängt wurde, um nun neuerdings wieder die beherrschende Stellung einzunehmen. Übrigens ist auch während der Zeit, da wir den Parasiten eine überragende Rolle im Geschehen des Massenwechsels zuschrieben, die Bedeutung der klimatischen Faktoren nicht völlig vernachlässigt worden. Allenthalben finden wir in der damaligen Literatur neben der Wirkung der Parasiten mehr oder weniger auch die Wirkung des Klimas zu Erklärungsversuchen mit herangezogen. Ja, Reh hat in der im Jahre 1913 erschienenen 1. Auflage seiner „Tierischen Feinde" (in Sorauers Handbuch) ausdrücklich betont: „Von nichts aber ist die Individuenzahl einer Tierart derart abhängig wie von der Witterung. Allerdings wissen wir über ihre Wirkung sehr wenig Bestimmtes. Einmal ist diese ja immer eine dreifache: eine auf die Tiere direkt, eine auf deren Feinde und eine auf die Pflanze und so indirekt auf die Tiere. Dann verhält sich auch jede Tierart verschieden gegen die Wirkung der Witterung; ja selbst die verschiedenen Stadien eines Tieres sind verschieden empfindlich."

Was heute neu ist und der angewandten Entomologie ein verändertes Gesicht gibt, sind die Versuche, die bisher meist nur vermuteten oder instinktiv gefühlten oder nur unzulänglich abgeleiteten Beziehungen zwischen Klima und Massenwechsel durch immer feiner werdende experimentelle Methoden, durch genaueste, durch mehrere Jahre ad hoc angestellte Beobachtungen im Freien oder durch historisch-statistische Untersuchungen über große Zeitabschnitte, diese Zusammenhänge scharf zu erfassen und womöglich auf eine mathematische Formel zu bringen.

Ich gebe nun im folgenden eine kurze Übersicht über die in den letzten Jahren in der genannten Richtung erzielten Ergebnisse, wobei ich mich hauptsächlich auf Bodenheimers Arbeiten stütze[1]).

Da die Insekten zu den wechselwarmen Tieren gehören, so hängen alle physiologischen Vorgänge stark von der Außentemperatur ab. Der Begriff Außentemperatur deckt sich aber (im Zusammenhang mit deren Einwirkung auf die Insekten) durchaus nicht immer und überall mit der Durchschnittstemperatur eines Ortes. Wir müssen vielmehr nach Friederichs[2]) unter-

---

[1]) Vor allem auf die ausgezeichnete Zusammenstellung, die Bodenheimer in der Z. f. angew. Entomologie (Bd. XVI, H. 3) gibt.

[2]) Friederichs, K., Zur Epidemiologie des Kiefernspanners. Z. f. angew. Entomologie. Bd. XVI, 1930, S. 197—205. — Inzwischen ist auch das große zweibändige Werk von Friederichs „Grundfragen der land- und forstwirtschaft-

scheiden 1. das allgemeine meteorologische Klima, 2. das standörtliche Klima (eines Waldes, eines Berghanges usw.) und 3. das Kleinklima oder Mikroklima, d. i. das Klima eines Habitat, einer einzelnen Stelle am Standort, wo der Schädling lebt[1]). Beachten wir diese Unterscheidung nicht, so eröffnen sich zahlreiche Fehlerquellen, während andererseits die genaue Beachtung derselben viele bisher unverständliche Erscheinungen ungleichen Auftretens eines Schädlings in verhältnismäßig kleinen Gebieten uns einigermaßen verständlich erscheinen läßt. „Eine Spannerraupe z. B., die sich unter einer Buche oder in einer kleinen Senkung verpuppt, befindet sich in ganz anderen physiologischen Verhältnissen als eine andere, die nicht weit davon unter oder in einer dicken Rohhumuslage ruht. Denn nachdem im Frühjahr die Buche sich belaubt hat, fängt sie die Sonnenstrahlen ab, deren Wärme für die Entwicklung des Spanners zur Imago nicht ohne Bedeutung sein kann, zum mindesten den Zeitpunkt seines Erscheinens bestimmen wird. Seine Nachkommenschaft erscheint vermutlich später als die der früher fliegenden Spanner, was für ihr Gedeihen nicht unwesentlich sein kann"[2]).

Daß die Außentemperatur einen großen Einfluß auf die Entwicklungsdauer der Insekten hat, ist eine längst bekannte Tatsache. Jeder Schmetterlingszüchter weiß, daß bei höheren Temperaturen die Entwicklung schneller abläuft als bei niederen. Auch daß die oder jene Insektenart in Gebieten mit wärmerem Klima oder in heißen Jahren zu mehr Generationen im Jahr gelangen kann als in kälteren Gegenden oder in kalten Jahren, ist jedem Entomologen geläufig. Ich habe im I. Band dieses Werkes (S. 172 und 173) einige Beispiele gebracht und im Zusammenhang damit auch den folgenden Satz Ratzeburgs erwähnt: „Schließlich kommt hier alles, wie bei den Pflanzen, auf die „Wärmesumme" in Boden und Luft an, welche eine Gattung und Art zu ihrer Entwicklung braucht." Man hat auch dann verschiedentlich versucht, die Wärmesumme für einzelne Schädlinge, z. B. Borkenkäfer, festzustellen, indem man einfach die Zahl der Tage, die die Entwicklung braucht, mit den Tagesmitteltemperaturen multiplizierte[3]), — ein Weg, der aber irreführend war und falsche Schlüsse ergeben mußte.

Erst durch Bluncks verbesserte Wärmesummenregel[4]) ist eine Basis geschaffen worden, auf der die Vergleiche mehr Berechtigung besitzen. „Blunck geht von der Anschauung aus, daß die Entwicklung jeder Art bei einem gewissen Kältegrad (wohl richtiger: Temperaturgrad — K. E.) aufhört[5]), den er den Entwicklungsnullpunkt nennt. Alle Wärmegrade oberhalb dieses Entwicklungsnullpunktes sind effektive Wärmegrade, und nur diese werden als die maßgebende Entwicklungswärme betrachtet. Die effektive Wärme erhält man durch Subtraktion des Entwicklungsnull-

lichen Zoologie" erschienen, in dem alle hier berührten epidemiologischen Fragen ausführlich behandelt werden, zum Teil allerdings unter anderen Gesichtspunkten.

[1]) Siehe hierüber auch: Geiger, Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1927.

[2]) Nach Schwerdtfeger (Z. f. F. u. J. 1930) ist beim Kiefernspanner keine Beziehung zwischen Temperatur und Schlüpftermin festzustellen (siehe beim Spanner).

[3]) Siehe Bd. I, Seite 173.

[4]) Blunck, H., Die Entwicklung des *Dytiscus marginalis* L. vom Ei bis zur Imago. II. Teil. — Zeit. wiss. Zool. Bd. 121 (1923), S. 173—391.

[5]) Neuerdings, und wohl richtiger, wird der Entwicklungsnullpunkt als jene Temperatur definiert, unterhalb der eine Entwicklung zum Vollinsekt nicht mehr stattfindet.

punktes von der absoluten Außenwärme. Beträgt also die Außenwärme 20° C, der Entwicklungsnullpunkt der betreffenden Art 12° C, so ist die effektive Wärme 20°—12° = 8° C. Das Produkt aus effektiver Temperatur und Entwicklungsdauer ist aber konstant, und die mathematische Darstellung dieser Abhängigkeit entspricht einer gleichseitigen Hyperbel von der Formel:

Entwicklungsdauer (Außentemperatur — Entwicklungsnullpunkt) = konstant.

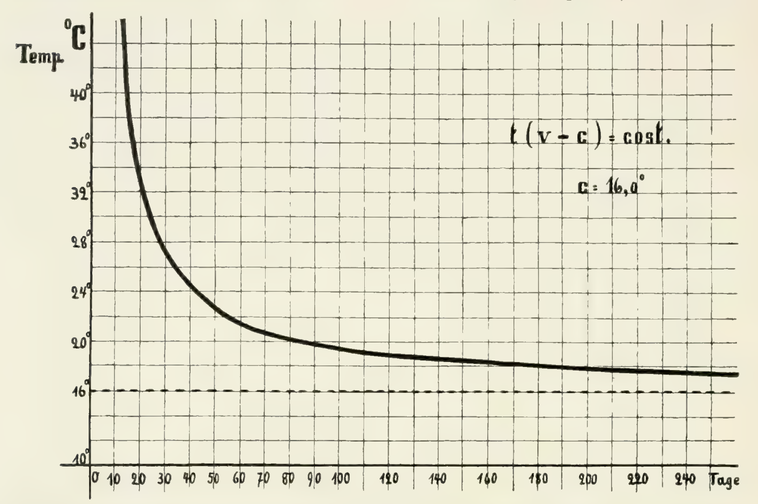


Abb. 46A. Die Entwicklungstemperaturkurve von *Sitotroga cerealella* Ol. (Getreidemotte). Entwicklungsnullpunkt bei 16° C. Nach Bodenheimer.

Die Kurve kann gezeichnet werden, wenn die Entwicklungsdauer bei zwei verschiedenen, im Rahmen der biologischen Grenzen liegenden Temperaturen bekannt ist"[1]). (Abb. 45.)

„Die Hyperbel gestattet unter Berücksichtigung der begrenzenden Faktoren die Berechnung der Lebensgeschichte eines In-

[1]) Nach Janisch, der sich seit Jahren um die mathematische Behandlung der entwicklungsphysiologischen Probleme bemüht und sich besondere Verdienste in dieser Hinsicht erworben hat, entspricht auch die „verbesserte Wärmesummenregel" den theoretischen Anforderungen nicht, sondern bieten nur die Exponentialfunktionen eine ausreichende mathematische Behandlungsweise. Bodenheimer erkennt die grundsätzliche Bedeutung der Exponentialfunktion an, zumal nach Anschauung des bekannten Physiologen Puetter „alle bisher in der allgemeinen und vergleichenden Physiologie bekannten Gesetzmäßigkeiten Exponentialfunktionen seien". Trotzdem aber schlägt er, den praktischen Bedenken Martinis (Zeit. f. ang. Entom., XIV, 273) folgend, vor, vorläufig mit der Hyperbel als Ausdruck der Temperaturabhängigkeit der Entwicklungsdauer sich zu begnügen. Von den vielen Arbeiten von Janisch seien hier nur erwähnt: Über die Temperaturabhängigkeit biologischer Vorgänge und ihre kurvenmäßige Analyse. Pflügers Archiv 1925. — Das Exponentialgesetz. Abhandlg. z. Theorie der organ. Entwicklung 1927. — Die Lebens- und Entwicklungsdauer der Insekten als Temperaturfunktion. Z. f. wiss. Zool. Bd. 132. —

sektes, dessen allgemeine Temperaturentwicklungskurve uns bekannt ist, für jeden Ort mit bekanntem Klima mit hinlänglicher Genauigkeit" (Bodenheimer).

Kennen wir dazu ferner auch noch die Eizahl des betreffenden Insekts, die übrigens je nach der Temperatur ebenfalls stark variieren kann, so können wir ohne weiteres die maximale Vermehrungsziffer pro Jahr oder das „Entwicklungspotential" berechnen. Das von Bodenheimer angegebene und hier aufgeführte Beispiel, das Entwicklungspotential des Weinschwärmers *Chaerocampa celerio* L. zeigt, welch ungeheure Unterschiede in der Vermehrungsziffer durch die Temperaturdifferenzen bzw. durch die dadurch bedingten Schwankungen in der Entwicklungsdauer und dementsprechend auch in der Generationszahl hervorgerufen werden können[1]).

Ort	Errechnete Generationenzahl	Entwicklungspotential von 5 Männchen und 5 Weibchen im Verlaufe eines Jahres
London		
Berlin		
Paris	—	—
Nizza	2	6 250
Rom	3	156 250
Neapel	3	156 250
Jaffa	4	3 906 250
Jerusalem	3	156 250
Tiberias	7	61 035 156 250
Alexandria	5	97 656 250
Cairo	6	2 441 406 250
Sierra Leone	10	953 774 316 406 250
Kapstadt, S.-Afrika	2	6 250
Wellington, S.-Afrika	2	6 250
Kalkutta, Indien	9	38 150 972 656 250
Sidney, N. S. W.	3	156 250
Coolgardie, W. A.	4	3 906 250
Honolulu, Hawai	8	1 525 878 906 250
Los Angeles, Kalifornien	1—2	6 250—156 250
Fresno, Kalifornien	4	3 906 250

Das so festgestellte Entwicklungspotential ist die Grundlage bzw. der Ausgangspunkt jeder epidemiologischen Betrachtung.

Kennen wir das Entwicklungspotential, so können wir den für die Erhaltung des Normalbestandes notwendigen Vernichtungsquotienten, d. h. diejenige Zahl, welche angibt, welcher Anteil der Nachkommenschaft einer Generation normalerweise ausgemerzt werden muß, um den Bestand auf gleicher Höhe zu halten, errechnen. Bremer (1928)[2]) ermittelte hierfür folgende Formel:

[1]) Dieser Berechnung liegt allerdings die Annahme zugrunde, daß die von einem Weibchen einer jeden Generation produzierte Eizahl konstant und unabhängig von den jeweils herrschenden Temperaturverhältnissen ist, was aber, wie ja oben bereits angedeutet, durchaus nicht zutrifft. Nach unseren Erfahrungen ist die Eizahl sehr großen Schwankungen unterworfen.

[2]) Bremer, Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. — Z. f. ang. Ent. 1928.

$$100\,q = \frac{100\,(a-b)}{a}$$

wobei a die durchschnittliche Eizahl und b den reziproken Wert des Anteiles der ♀♀ am Gesamtbestand der zur Fortpflanzung gelangenden Elterntiere bedeutet. Bei der Rübenfliege z. B. mit einer durchschnittlichen Eiproduktion von 50 beträgt danach also der normale Vernichtungsquotient $\frac{100\,(50-2)}{50} = 96\%$, d. h. es müssen 96% der Nachkommenschaft einer Generation den ökologischen Begrenzungsfaktoren erliegen, wenn der Bestand sich nicht vermehren soll.

Bei einem Insekt mit mehreren Generationen ist der normale Vernichtungsquotient (in % des Entwicklungspotentials)

$$100\,qc = \frac{(a^c - b^c)\,100}{a^c}$$

Im oben durchgeführten Beispiel von der Rübenfliege (50 Eier je ♀) würde das für 3 Generationen, die sie bei uns gewöhnlich hat, bedeuten, daß im Jahr $\frac{(50^3-2^3)\,100}{50^3} = 99{,}99\%$ der Nachkommenschaft von eigener Fortpflanzung jährlich ausgemerzt werden muß, wenn der Bestand sich nicht mehren soll.

Ähnlich hohe Werte berechnete Blunck (1929)[1]) für die Saateule, *Agrotis segetum* Schiff., (bei 1500 Eiern und 1 Generation) mit 99,9%, für den Rapsglanzkäfer, *Meligethes aeneus* F., (bei 400 Eiern und 1 Generation) mit etwa 99,5%, für den Kohlweißling, *Pieris brassicae* L., (bei 200 Eiern und 2 Generationen) mit 99,99%, für die Nonne, *Lymantria monacha* L., (bei 250 Eiern und 1 Generation) mit 99,2%, und selbst beim Maikäfer, *Melolontha vulgaris* F., bei 24 Eiern je ♀ in 4 Jahren etwa 92% (in 1 Jahr etwa 23%).

Wie schon aus diesen Beispielen ersichtlich, liegt der Vernichtungsquotient um so niedriger, je kleiner die Nachkommenzahl und je länger die Entwicklungsdauer ist, und umgekehrt, um so höher, je größer die Nachkommenzahl und je geringer die Entwicklungsdauer ist, aber selbst beim Maikäfer mit der geringen Eizahl (24) beträgt er, bezogen auf die Generation, immer noch über 90% der Nachkommenschaft[2]).

Jedes Absinken des Vernichtungsquotienten unter die Normalzahl bedeutet ein naturgemäßes Ansteigen der Schädlingsziffer und somit eventuell die Einleitung einer Kalamität.

Welche ökologischen Begrenzungsfaktoren sind es nun, die diesen Vernichtungsquotienten zusammensetzen? Dies zu ermitteln, ist die Hauptaufgabe der epidemiologischen Forschung.

Nach der heutigen Auffassung kommen hierfür, wie oben betont, weit mehr die abiotischen als die biotischen Faktoren in Betracht. Immer mehr

---

[1]) Blunck, H., Die Erforschung epidemischer Pflanzenkrankheiten auf Grund der Arbeiten über die Rübenfliege. — Z. f. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz. 39. Jrg., 1928. (In dieser Arbeit ist ein ausführliches Schriftenverzeichnis z. Epidemiologie der Insektengradationen gegeben.)

[2]) Schon „darin liegt eine Warnung vor der Überschätzung der seuchendämpfenden Wirkung an sich hoher Vernichtungquotienten einzelner Begrenzungsfaktoren“, wie z. B. der Parasiten (Blunck).

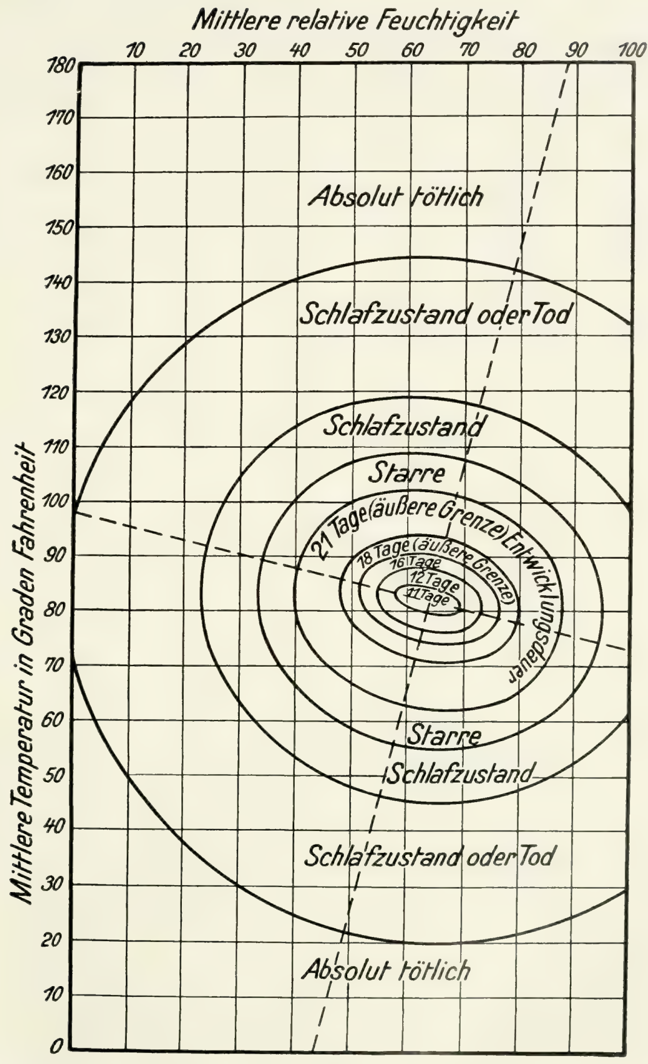


Abb. 46 B. Graphische Darstellung des Verhaltens des Baumwollkapselkäfers gegenüber verschiedenen Kombinationen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Nach Pierce (aus Friederichs).

bricht sich heute die Anschauung Bahn, daß es vor allem klimatische Einflüsse sind, die die Sterblichkeit oder Mortalität bestimmen. Eine Menge von Versuchen in multiplen Thermostaten über Einwirkung verschiedener Kombinationen von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit auf das Insektenleben und von Beobachtungen im Freien, die in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten gemacht wurden, sind geeignet, diese Anschauung zu unterstützen.

Wie lassen sich nun die beiden an der Dezimierung der Nachkommenschaft am wirksamsten beteiligten Faktoren, Temperatur und Luftfeuchtigkeit, am besten graphisch darstellen? Das Diagramm muß eine Kombination der beiden Faktoren enthalten. Bereits 1916 hat Pierce[1]) ein solches Diagramm errichtet, und zwar für die Einwirkung der verschiedenen Kombinationen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklungsdauer des Baumwollkapselkäfers (*Anthonomus grandis* Boh.). Der allgemeinen Bedeutung wegen gebe ich dasselbe hier (Abb. 46 B) wieder (und zwar in der von Friederichs vereinfachten Form): Wir sehen hier die klimatischen Zonen in konzentrischen Ellipsen um das experimentell ermittelte Entwicklungsdaueroptimum von 83° F und 65% relative Luftfeuchtigkeit angeordnet. Die Ordinate dieses Diagramms gibt die Darstellung für die Temperatur, die Abszisse die für die Luftfeuchtigkeit. Den inneren Entwicklungszonen folgt die Starrzone (stuporzone), die Schlafzone (dormancyzone) und endlich die absolut tödliche Zone (zone of absolute fatality).

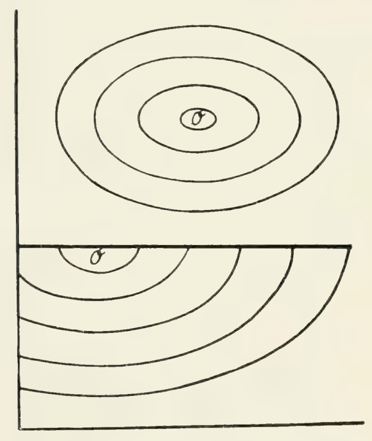


Abb. 46 C. Schema der Verteilung eines vitalen Optimums, wobei *O* das Optimum, die Ellipsen die Grenze der 100%igen Sterblichkeit nach verschieden langem Aufenthalt in den betreffenden Kombinationen von Temperatur (Abszisse) und Luftfeuchtigkeit (Ordinate) bedeuten. Aus Bodenheimer.

Mit entsprechenden Diagrammen sucht nun Bodenheimer in seiner eingangs erwähnten Arbeit (1928) den Einfluß der beiden Hauptklimafaktoren (Temperatur und Luftfeuchtigkeit) auf die Höhe der Mortalität darzustellen (Abb. 46 C). Nach Bodenheimer hat jede Insektenart ihr vitales Optimum. „Dies ist die Kombination einer bestimmten Temperatur und Luftfeuchtigkeit, bei der die Individuen einer Insektenart unter sonst gleichen Bedingungen eine maximale Lebensdauer erreichen. Bei jeder anderen Kombination herrscht eine kürzere Lebensdauer, die um so kürzer ist, je größer der Abstand der betreffenden Temperatur Luftfeuchtigkeitskombination von der des vitalen Optimums ist. Die Linien gleicher Sterblichkeit umgeben das vitale Optimum in der Form von Ellipsen.“

[1]) Pierce, W. D., A new interpretation of the relationships of Temperature and Humidity to Insect Development. — Journ. Agr. Res. Bd. V, 1916, S. 1183—1191.

Bodenheimer hat vor kurzem[2]) eingehende Studien über die Eiersterblichkeit der afrikanischen Wanderheuschrecke (*Schistocerca gregraria* Forsk.) gemacht, deren Eier nur in einem verhältnismäßig engbegrenzten Bereich zur Entwicklung gelangen, wobei das vitale Optimum bei 30° C und 100% relativer Luftfeuchtigkeit liegt (Abb. 46 D). Die absolute Grenze, außerhalb deren kein Ei mehr zum Schlüpfen gelangt, liegt bei den jüngeren Entwicklungsstadien zwischen 80 und 60% relativer Luftfeuchtigkeit und 20 und 39° C.

Shelford hat für die Puppe der Apfelmade (*Carpocapsa pomonella* L.) äußerst exakte Untersuchungen über deren Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen angestellt (siehe Bodenheimer, 1930), Janisch ebensolche für den ägyptischen Baumwollwurm (*Prodenia littoralis* Boisd.) und für die Kieferneule ist eben Zwölfer im hiesigen Institut mit gleichen Untersuchungen beschäftigt.

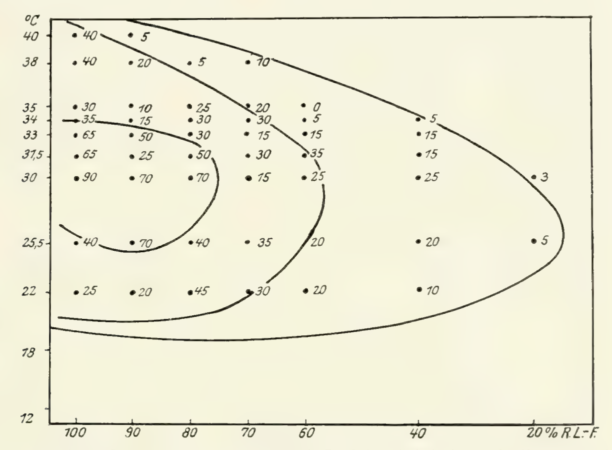


Abb. 46 D. Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Mortalität der Eier der afrikanischen Wanderheuschrecke in späteren Entwicklungsstadien (in % der schlüpfenden Eier). (Aus Bodenheimer.)

Es ist dies natürlich ein sehr mühsamer Weg, zumal für jedes Entwicklungsstadium ein besonderes Diagramm errichtet werden müßte. Allerdings wird für die Praxis der Weg häufig insofern abgekürzt werden können, als es meist genügen wird, nur für die empfindlichsten Entwicklungsstadien (in der Regel Ei- und erstes Larvenstadium) Diagramme zu errichten.

Haben wir nun für einen Schädling und ein bestimmtes Gebiet

1. das Entwicklungspotential durch die Anwendung der Blunckschen Wärmesummenregel eruiert und
2. das Mortalitätsdiagramm für die empfindlichsten Entwicklungsstadien errichtet,

---

[2]) Bodenheimer, Fr., Studien z. Epidemiologie, Ökologie und Physiologie der afrikanischen Wanderheuschrecke (*Schistocerca gregaria* Forsk.). — Zeit. f. ang. Ent. XV. 1929.

so sind wir — besteht die Auffassung von dem Primat der klimatischen Einflüsse zu Recht — in den Stand gesetzt (natürlich unter Berücksichtigung des Mikroklimas)[1] „den genauen Verlauf jeder Massenbewegung analytisch und prognostisch zu erfassen". „Damit wird dann auch die Lehre von den Gradationen der Schadinsekten zu einer theoretisch begründeten und praktisch verwertbaren Wissenschaft geworden sein" (Bodenheimer, 1926).

Die große Bedeutung der klimatischen Verhältnisse für die Vermehrung der verschiedenen Schädlinge läßt sich auch dadurch deutlich machen, daß man das geographische Vorkommen derselben kartographisch festlegt, und zwar nach den von Cook und Bremer vorgeschlagenen Zonen. Letzterer unterscheidet

1. das gesamte Verbreitungsgebiet der betreffenden Art,
2. das Massenwechselgebiet, in dem wohl Gradationen von Zeit zu Zeit vorkommen können, und

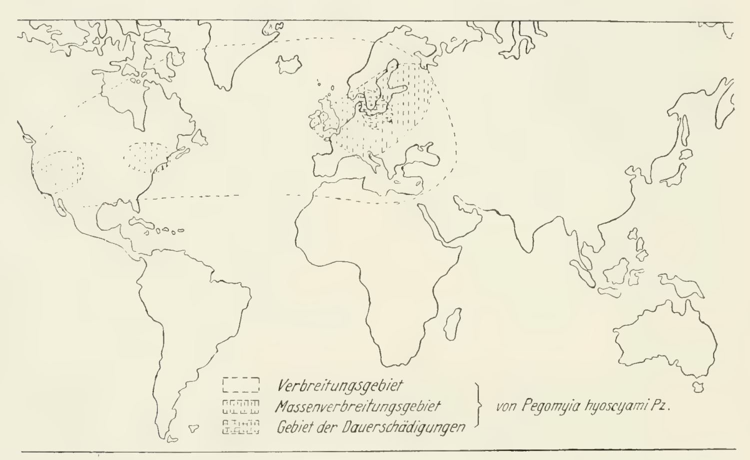


Abb. 47 A. Verbreitungskarte der Rübenfliege nach der Bremerschen Einteilung (gesamtes Verbreitungsgebiet, Massenwechselgebiet und Gebiet der Dauerschädigung). Nach Bremer.

3. das Gebiet der Dauerschädigungen, in dem sich die Massenvermehrungen ständig auf einer wirtschaftlich schädlichen Höhe halten (s. Abb. 47 A).

Bringt man diese Unterschiede im Vorkommen mit den Unterschieden in den klimatischen Verhältnissen in Beziehung, so wird man häufig jede dieser Zonen von bestimmten Isothermen und Isohypsen begrenzt finden[2]. Im speziellen Teil dieses Bandes werden für verschiedene Großschädlinge Grada-

[1] Es wird anzustreben sein, durch eingehende Untersuchungen bzw. zahlreiche Messungen der klimatischen Verhältnisse in unseren Wäldern die Beziehungen zwischen Makro- und Mikroklima derart festzustellen, daß wir letzteres aus ersterem wenigstens annähernd ableiten können.

[2] Vergl. auch Schnauer, W., Zeit. f. ang. Entom. Bd. XV, 1929.

tionskarten gegeben, die solche klimatische Begrenzungen erkennen lassen. Noch deutlicher kommen diese Verhältnisse durch Vergleich der Verbreitung mit den Klimogrammen zum Ausdruck, wie sie von Cook in die Entomologie eingeführt wurden (Abb. 47 B). Übrigens haben bereits Zederbauer, Zweigelt u. a. und verschiedene meiner Mitarbeiter (F. Eckstein, Berwig) auf die Beziehungen zwischen Massenvermehrungsgebieten und bestimmten klimatischen Bezirken hingewiesen.

Ganz eindeutig ergeben sich diese ferner aus den neuesten Forschungen Knoches[1]) über die Abhängigkeit der Mortalität der Nonneneier vom Klima bzw. von der Erhebung der einzelnen Gebiete über den Meeresspiegel:

Erhebung über den Meeresspiegel	100	200	300	400	500	600	700	900 m
Juli-Durchschnittstemperatur . .	18,5	—	17,7	—	15,9	—	14,7	13,6°C
Mortalität (%) der nicht geschlüpften Eier)	-	14 %	21 %	28 %	42 %	93 %	100 %	100 %

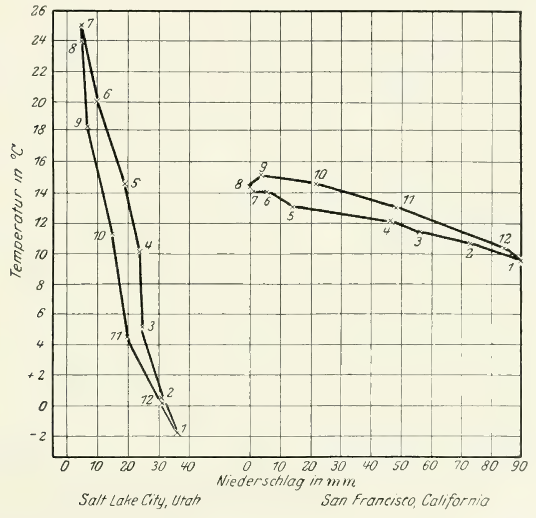


Abb. 47 B. Klimogramme nach Cook. Die Durchschnittswerte der Monate sind mit 1—12 bezeichnet. Aus Bremer.

Wir ersehen hieraus ohne weiteres, warum in Höhenlagen über 6—700 m Nonnenkalamitäten nicht mehr zustande kommen können.

Werden derartige Untersuchungen weiter fortgesetzt und auf andere Forstschädlinge ausgedehnt, so wird uns manches über die örtliche Begrenztheit der Kalamitäten verständlich werden, was wir bisher nur rein empirisch als Tatsache feststellen konnten.

Daß auch die Beendigung von Kalamitäten (die Krisis) durch

[1]) Knoche, E., Schädling, Klima und Bekämpfung. — Arb. Biol. Reichs-Anst. Bd. XVI. 1929.

klimatische Einflüsse verursacht werden kann, steht außer Zweifel. So konnte ich selbst beobachten, wie im Jahre 1921 eine bedenklich ansetzende Nonnenkalamität in der Oberpfalz durch die große Hitze und Trockenheit coupiert wurde. Millionen von eingetrockneten Raupen bedeckten den Boden, während die Kronen völlig raupenfrei waren[1]). Es konnte keinerlei Krankheit festgestellt werden, so daß nur die Trockenheit für das Massensterben verantwortlich gemacht werden konnte. Auch die letzten Spannerkalamitäten in Bayern brachen vielfach zusammen, ohne daß ein hoher Parasitenstand oder bestimmte Krankheiten beobachtet werden konnten.

Ähnliches beobachtete Sachtleben[2]) bei einer der letzten Eulenkalamitäten, was Bodenheimer wie folgt zusammenfaßt: „Ein Probesammeln im Zossener Kiefernforst im Frühjahr 1925 ergab auf 860 qm (33 Probeflächen): Von 7583 *Panolis*-Puppen waren 5230 gesund, 1070 tot und 1283 parasitiert, außerdem fanden sich 2249 Tönnchen von *Ernestia* und 1144 Kokons von *Banchus* und 37 von *Enicospilus*."

„Die Prognose, umgerechnet pro Kiefernstamm, lautete: pro Stamm 17,4 *Panolis*-Falter = 8 Männchen und 8 Weibchen à 500 Eier[3]) = 4000 Eier — 800 *Trichogramma* ($^1/_5$) — 800 sonst nicht schlüpfende ($^1/_5$) = 2400 Eier pro Stamm. Probezählungen der Eier IV/V ergaben nur 250 Eier pro Stamm.

„250 — je 20% trichogrammierte und taube Eier. Prognose: 150 Raupen pro Stamm. Probezählungen ergaben aber nur 8,4 Raupen pro Stamm im Juni und 1,1 Raupen im Juli.

„Probezuchten ergaben, daß von 463 *Panolis*-Raupen 82 starben, 20 sich verpuppten und 361 parasitiert waren.

„Resultat: Die tatsächliche Eiablage betrug nur $^1/_{12}$ der vorhergesehenen. Von den tatsächlichen 250 Eiern pro Baum gelangten nur 8,4 in ein Raupenstadium, nur 1,1 in ein fortgeschrittenes Raupenstadium. Die großen Raupen wurden zu 78,9% parasitiert (4,4% verpuppt, 17,7% tot). Von der Gesamtzahl von 250 Eiern waren 50 *(Trichogramma)* und 8 (als Raupe) = insgesamt 23,3% parasitiert. Ein großer Prozentsatz der 50 trichogrammierten Eier wäre aber 1. sonst auch als Ei vernichtet worden (mindestens 20%), 2. als 1. oder 2. Raupenstadium gestorben, so daß die tatsächlich epidemiologisch belangreiche Parasitierung weit geringer zu veranschlagen ist.

„Eine Nachrechnung ergibt," schreibt Bodenheimer, „daß aus 1000 Eiern nur 10 Falter schlüpften. Bei Anbringung der erforderlichen Korrekturen bezüglich derjenigen trichogrammisierten Eier, die der späteren Mortalität sowieso zum Opfer gefallen wären und die daher als epidemiologisch belanglos ausgeschaltet werden müssen, wurden 2% der Eier, 6% der Raupen und 17% der Puppen parasitiert oder, auf die ursprüngliche Eizahl bezogen, 5,3% der Gesamtzahl. Diese 5,3% stellen den epidemiologischen

[1]) Bremer spricht in solchen Fällen vom Eintritt außergewöhnlicher klimatischer Verhältnisse, die „ohne erkennbare wesentliche Verknüpfung mit den durchschnittlichen ökologischen Begrenzungsfaktoren" stehen (ungewöhnliche Dürre, Platzregen, orkanartige Winde), als „Schicksale". Er kommt so zu einer Einteilung in ständige und gelegentliche Begrenzungsfaktoren, deren Grenzen allerdings fließend seien. „Das Gebiet der ständigen Faktoren wird sich immer mehr erweitern, je genauer wir den ökologischen Bedingungskomplex einer Art kennen lernen."

[2]) Sachtleben, H., Die Forleule *Panolis flammea* Schiff. — Monograph. z. Pflanzenschutz Nr. 3. — Berlin 1929.

[3]) Die Zahl ist erheblich zu hoch gegriffen, wie Sachtleben selbst später mitteilt.

Anteil der Parasitengesamtwirkung an der Verminderung der Entwicklungspotenzen dar, während ohne Berücksichtigung der Parasiten die Verminderung durch klimatische Faktoren 93,7% ergibt"[1]).

Das von mir im I. Band dieses Werkes gegebene Bild von der 64%igen Parasitierung der Kieferneule (Abb. 188, Seite 242) ist insofern irreführend, als dieselbe ohne weiteres dem Gesamtvernichtungsquotienten gleichgesetzt wird, während die 64% sich nur auf einen Ausschnitt aus der Gesamtentwicklung einer Generation beziehen. Den gleichen Fehler machten alle früheren Autoren. Wir übersahen eben, daß die Eizahl nicht ohne weiteres der Zahl der erwachsenen Raupen mehr oder weniger gleichgesetzt werden darf, während wir nach dem, was wir oben von der hohen Sterblichkeit der ersten Entwicklungsstadien im allgemeinen und von der Eule im speziellen gehört haben, annehmen müssen, daß die Eizahl die Zahl der erwachsenen Raupen um ein Vielfaches übertrifft[2]).

Ich habe hier mit einigen Strichen die wesentlichsten Gedankengänge Bodenheimers, als des aktivsten Vertreters der „klimatischen Richtung" der Epidemiologie, wiedergegeben. Zweifellos hat die neue Richtung in der kurzen Zeit ihres Bestehens die epidemiologische Einsicht bezüglich der Insektengradationen mächtig gefördert, und ich hege die größten Hoffnungen, daß durch die vielen Arbeiten, die gegenwärtig im Gang sind, die Lehre der Insektengradationen ein festeres Fundament erhält, als sie es heute besitzt.

Andererseits werden, je mehr Objekte wir untersuchen, sicherlich auch die Fälle zunehmen, bei denen auch andere ökologische Begrenzungsfaktoren einen wesentlichen, die klimatischen Faktoren vielleicht übertreffenden Einfluß auf die Regulierung annehmen. Ich erinnere an die Borkenkäfer und andere sekundäre Schädlinge. Das Klima hat auf die Vermehrung der Borkenkäfer (wenigstens auf die „Beeinflußbaren", siehe Bd. I, S. 174) wohl

---

[1]) Daß bei den Gradationskrisen auch uns unbekannte innere Degenerationserscheinungen mitspielen, ist möglich. Die geringe Eizahl, die die Eulenweibchen am Ende der Gradationsperiode produzierten, spricht jedenfalls für eine solche konstitutionelle Schwächung.

[2]) Das Problem des für die Beendigung der Kalamitäten in Frage kommenden Ursachenkomplexes scheint mir noch schwieriger zu sein als die Erforschung der die Gradation auslösenden Faktoren, und es sind auch darüber im Sinne der klimatischen Richtung der Epidemiologie bis jetzt noch kaum viele greifbare Feststellungen gemacht. Übrigens sei hier ausdrücklich darauf hingewiesen, daß Bodenheimer den Parasiten durchaus nicht etwa jeden regulierenden Wert abspricht: „Was die Parasiten betrifft," schreibt Bodenheimer in seiner anfangs zitierten Arbeit (1928), so bleibt deren tatsächliche Bedeutung voll erhalten. Es war zunächst von theoretischem Interesse, festzustellen, daß die 10, 20, 30, ... 80% Parasitierung, mit der wir bisher rechneten, unter Bezugnahme auf die Gesamtnachkommenschaft einen viel, viel kleineren Prozentsatz ausmacht. Daß die eben erwähnten Prozentsätze der Parasitierung der tatsächlich Überlebenden entsprechen, wird nun von Bedeutung. Die tatsächliche Parasitierungszahl genügt, um vielen „Schaden" zu verhüten, den die Phytophagen sonst an Kulturgewächsen aller Art angerichtet hätten. Es ist hier durchaus nicht nebensächlich, ob die tatsächliche Individuenzahl eines „Schädlings" bei durchschnittlich 50%igem Parasitenbefall um die Hälfte reduziert wird. In der Zunahme der Parasitenzahl bei längerer Andauer der Übervermehrung eines Phytophagen haben wir ebenso wie in der in vielen Fällen beobachteten verminderten Resistenz des in Vermehrung befindlichen Schädlings (Herabsetzung der Eizahl, erhöhte Mortalität unter gleichen Bedingungen) durchaus eine Bremsvorrichtung der Natur zu erblicken, allerdings eine Bremsvorrichtung sekundärer Art.

einen deutlichen Einfluß, indem z. B. die Generationenzahl durch warme Witterung vermehrt werden kann *(Ips typographus!)*, oder indem bei günstigem Schwarmwetter mehr Weibchen zur Eiablage kommen als bei naßkaltem usw., doch Massenvermehrungen, die zu wirtschaftlichen Schäden führen, können nur dort entstehen, wo genügend geeignetes Brutmaterial (im Saftstrom geschwächte Bäume!) vorhanden ist. Fehlt dieses, so werden auch die günstigsten klimatischen Bedingungen keine Gradation in Gang bringen können, und so ist es also hier vor allem die vorhandene Nahrungsmenge, die die Vermehrungsgröße bestimmt.

Ferner sei auf jene Schädlinge hingewiesen, die nur wenig Parasiten besitzen. Bodenheimer meint zwar, daß bei diesen der Massenwechsel nach den gleichen Gesetzen verläuft wie bei den parasitenreichen Insekten. Dies ist meines Wissens noch nicht bewiesen; andererseits können wir aber auf Fälle hinweisen, die für eine gegenteilige Anschauung zu sprechen scheinen. Ich denke dabei z. B. an die Fichtenblattwespe, *Nematus abietinum* Htg., die nur sehr wenig unter Parasiten zu leiden hat und die im Naunhofer Wald (bei Leipzig) seit Dezennien, seitdem der Grundwasserspiegel künstlich gesenkt wurde, zu einem Dauerschädling geworden ist. Es gibt zwar graduelle Schwankungen im Massenauftreten, die, wie es scheint, in der Hauptsache mit der Menge der Niederschläge zusammenhängen, doch gingen diese seit jener Zeit in keinem Jahr bis zu einem wirtschaftlich bedeutungslosen Auftreten zurück. „Mit dem Verschwinden dieses argen Waldverderbers ist daher unter den gegenwärtigen Verhältnissen leider nicht oder erst dann zu rechnen, wenn es ihm gelungen sein wird, die letzte Fichte hier zum Absterben zu bringen“ (Sinz). Liegt es hier nicht nahe, kausale Beziehungen zwischen Dauerkalamität und Parasitenmangel anzunehmen?

In diesem Zusammenhang sei auf die interessanten Verhältnisse des Massenwechsels der Rübenfliege hingewiesen, wie sie durch die langjährigen Untersuchungen von Blunck und Bremer aufgedeckt wurden, und die uns „in einfachster Form ein Zusammenwirken abiotischer und biotischer Faktoren auf den Massenwechsel eines Insekts zeigen und überdies veranschaulichen, wie ein dem Schädling an und für sich günstiges Moment sich in das Gegenteil verkehren kann, wenn es gleichzeitig die Stoßkraft eines ihm abträglichen Faktors verstärkt“. „Die Entwicklungsgeschwindigkeit der Rübenfliege steigt mit der Temperatur. Sie bringt es in Schweden oft nur auf 2, bei uns aber bis auf 4 Generationen. Wärme ist ihrem Gedeihen also an sich förderlich. Trotzdem liegt das Gebiet der Massen- und Dauerschädigung bei und in den Rübenbaugebieten mit relativ niedriger Temperatur.“ „Wir standen vor einem Rätsel,“ schreibt Blunck, „bis wir feststellten, daß die in Deutschland häufigsten Parasiten der Rübenfliege wärmebedürftiger sind als ihr Wirt. Nur bei höherer Temperatur, d. h. etwa bei 18—20° Durchschnittstemperatur können sie in der Entwicklungsgeschwindigkeit mit der Fliege Schritt halten. Bei kühler Witterung schlüpfen die Wespen erst, wenn die von ihnen zu belegenden Fliegenlarven schon zur Verpuppung in die Erde gegangen sind. Ihr Stoß trifft ins Leere. Kühle Jahre müssen sich danach in verstärkter Tendenz zur Massenvermehrung der Rübenfliege auswirken. Im Einklang mit dieser Folgerung sehen wir in der Tat die Rübenfliegenjahre nach Sommern mit unternormaler Temperatur einsetzen“ (und nicht nach solchen mit übernormaler Temperatur, wie man a priori annehmen sollte, da eben warme

Jahre die Wirksamkeit der Parasiten steigern). „Tatsächlich brachte 1925 als das erste (warme) Normaljahr nach einer längeren kühlen Periode in Pommern bereits wieder einen Parasitenbefall von über 90%, und im Jahre 1926 ging die Kalamität dort stark zurück, um 1927 vollständig zu erlöschen."

Wir sehen aus dieser Feststellung, daß bei der Rübenfliege im Spiel der regulierenden Kräfte die Parasiten einen sehr wesentlichen Faktor ausmachen.

Zum Schluß sei noch folgendes fingierte Beispiel zur Überlegung angeführt:

Es handelt sich um zwei Kiefernwälder. Der Wald A trostlos, schlechteste Bonität, kaum Unterwuchs, kaum eine Bodenflora, außer vielleicht Hungermoos — der andere Wald B im besten Wuchs, erstklassiger Boden, reicher Unterwuchs, reiche Bodenflora. Der erste Wald extrem faunenarm, kaum irgendwelches Tierleben zu entdecken — der zweite faunenreich, zahlreiche Insektenarten und -individuen auf der Hauptholzart, dem Unterwuchs und der Bodenflora, ein reiches Vogelleben usw.

Durch Eintritt optimaler, klimatischer Verhältnisse wird die Mortalität eines Schädlings im Wald A herabgesetzt und damit eine Gradation eingeleitet. Das gleiche tritt (vielleicht in einem andern Jahr) im Wald B ein, und zwar in völlig gleichem Ausmaß. Was wird nun in den beiden Wäldern geschehen? Man kann wohl annehmen, daß die überzähligen Nachkommen im Wald A sich in größerer Zahl werden behaupten bzw. in die nächste Generation werden eintreten können als im Wald B, da im ersteren die Abgänge durch die biotischen Faktoren weit geringer sein werden als im Wald B, wo ein großes Heer von Feinden und Parasiten bereitsteht, über sie herzufallen. Mit anderen Worten: Im tierarmen Wald A haben die Schädlinge einen starken Vorsprung vor den Feinden bekommen, der erst nach Jahren eingeholt werden kann — im tierreichen Wald B wird der Vorsprung sofort wieder mehr oder weniger ausgeglichen. Die Folgen: Im Wald A wird die eingeleitete Gradation — vorausgesetzt, daß das Klima weiter günstig bleibt — viel rascher sich zur Kalamität entwickeln können als im Wald B, in dem diese Entwicklung zum mindesten viel langsamer verlaufen dürfte.

Ein Zahlenbeispiel möge dies verdeutlichen: Angenommen, das Entwicklungspotential der in Frage kommenden Schädlingsart betrage 100 (wie es etwa für den Kiefernspanner zutrifft). In ruhigen Jahren möge die normale Mortalität als Auswirkung abiotischer Faktoren 96% betragen, jene durch Parasiten, Feinde, Krankheiten usw. auf die Ausgangseizahl umgerechnet 2%. Die Gesamtdezimierung beträgt dann 98%, wodurch das „Gleichgewicht" — ein Geschlechterverhältnis von 1:1 vorausgesetzt — erhalten bleibt[1]).

Durch günstige Klimabedingungen sei nun in einem Jahre in beiden Wäldern die abiotische Mortalität im Ei- und Junglarvenstadium auf 70% gesunken. Statt 4 Larven wie in ruhigen Zeiten, erreichen nunmehr 30 Larven von der Nachkommenschaft eines Weibchens ein vorgerücktes Entwicklungsstadium. Das bedeutet, daß der vorhandene Bestand an Feinden und Parasiten, da wo er vordem 4 Schädlinge vorfand, nunmehr 30 solchen gegenübersteht. Die durch Parasiten und Feinde zu bewältigende Schädlingspopulation

---

[1]) Der Begriff des „Gleichgewichtszustandes" ist selbstverständlich eine Fiktion. In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse so, daß in aufeinanderfolgenden Jahren ein Fluktuieren von Zu- und Abnahme der Population stattfindet, wodurch der Ausgleich geschaffen wird.

hat sich demnach mehr als versiebenfacht. Es leuchtet ein, daß im faunenarmen Wald A die Chancen für ein Überleben eines Teiles dieser 30 Nachkommen wesentlich günstiger sein werden als im faunenreichen Wald B, der dank der hier vorhandenen Zwischenwirte usw. auch in normalen Zeiten einen reicheren Bestand an Parasiten und Feinden beherbergen wird. Ein Einholen des Vorsprunges, den die Schädlingspopulation gegenüber Feinden und Parasiten infolge günstiger Klimabedingungen gewonnen hat, ist hier bedeutend aussichtsreicher als im Wald A. Dasselbe gilt sinngemäß für alle Monokulturen großen Maßstabes.

Ich weiß wohl, daß, wenn dieser fingierte Fall genau so eintreten würde, wie er hier angenommen ist, eingewendet werden kann: Die Verschiedenheit in der Entwicklung der Gradation kann ebensogut durch die zweifellos bestehenden beträchtlichen mikroklimatischen Differenzen in den beiden Wäldern hervorgerufen sein. Doch bevor nicht der zwingende Beweis dafür erbracht ist, daß auch in diesem Fall die Parasiten gegenüber dem Klima nur eine sekundäre Rolle gespielt haben, möchte ich meinen Erklärungsversuch der größeren Immunität der Mischwälder gegenüber den reinen Wäldern durch das Vorhandensein einer reicheren Parasitenfauna vorerst noch nicht aufgeben. Wenn auch die Parasiten an der Gesamtentwicklung der Nachkommenzahl einer Generation, wie wir oben gesehen haben, meist nur einen relativ kleinen Anteil haben, so ist es vielleicht gerade dieser kleine Anteil, der die Lücke zwischen der Mortalität durch abiotische Faktoren und der zur Erhaltung des eigenen Bestandes notwendigen Vernichtungsziffer ausfüllt und für den Verlauf des Massenwechsels ausschlaggebend ist.

Schließlich sei noch auf die charakteristischen Ablaufkurven mancher Schädlinge bei den Gradationen aufmerksam gemacht, die sowohl bezüglich der Gesamtdauer, als auch der Dauer der einzelnen Phasen (Vorbereitungsjahr, Prodromaljahr, Eruptionsstadium und Krisis) mehr oder weniger fixiert sind (Abb. 45). Auch dieses Moment scheint darauf hinzudeuten, daß außer den klimatischen Einflüssen auch noch andere Faktoren im Spiele sind.

Probleme über Probleme türmen sich vor unseren Blicken auf. Alles ist noch im Fluß. Ein unendlich weites und fruchtbares Feld für die Forschertätigkeit liegt vor der jungen Generation ausgebreitet da. Möge sie, die Zeichen der Zeit verstehend, sich nicht in Kleinigkeiten verlieren, sondern mit frischem Sinn und Begeisterung an die Erforschung der großen epidemiologischen Probleme gehen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden dann weit über ihr eigenes Gebiet hinauswirken und das Ansehen der Forstentomologie auch in den Kreisen der theoretischen Naturwissenschaften wesentlich stärken. Doch auch die Praxis wird ihre großen Vorteile davon haben, denn kennen wir einmal die Ursachen der Kalamitäten, und sind wir imstande, ihren Verlauf mit einiger Sicherheit vorauszusagen, so ist schon viel gewonnen. Man möge nicht einwenden, daß, falls die Ursachen in der Hauptsache klimatischer Natur seien, die Praxis dem machtlos gegenüber stehe. Denn der Praktiker hat es sehr wohl in der Hand, durch waldbauliche Maßnahmen auch das Mikroklima wesentlich zu beeinflussen. Siehe auch Nachtrag.

Anhang.

Zur Methodik.

Die neue Richtung der epidemiologischen Forschung stellt auch erhöhte Forderungen an die Ausrüstung der entomologischen Laboratorien. Zum wichtigsten Rüstzeug der angewandt entomologischen Forschung gehören heute Thermostaten, in denen die Insekten unter verschiedenen Kombinationen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit gehalten werden können. Bisher benutzte man hierzu den sog. Reihenthermostaten oder den multiplen Thermostaten, wie er von Williams und Kirkpatrik beschrieben wurde. Um in diesen verschiedene konstante Feuchtigkeitsgrade zu erzielen, bedient man sich entweder Schwefelsäurelösungen von verschiedener Konzentration (Bodenheimer) oder konzentrierter Lösungen verschiedener Salze (Headlee, Janisch; Näheres darüber siehe bei Friederichs, Die Grundfragen usw. Bd. I).

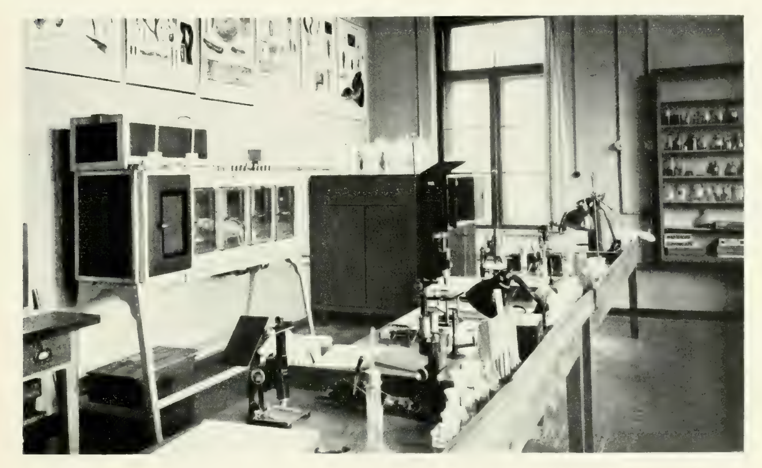


Abb. 48 A. Der neue Arbeitsraum des Münchener Institutes für angewandte Zoologie. Links ein Reihenthermostat, im Hintergrund der neue multiple Thermohygrostat.

Als Beispiel der Technik des Arbeitens mit konzentrierten Salzlösungen zur Erzielung konstanter Luftfeuchtigkeit sei der von Zwölfer[1]) benutzte einfache Apparat angeführt (Abb. 48 C), mit dessen Hilfe ihm bei Mitverwendung eines Reihenthermostaten die Aufzucht junger Forleulenraupen unter verschiedenen Temperatur-Feuchtigkeitskombinationen gelang. Der Hygrostat besteht aus einer flachen Doppelglasschale, deren Deckel *(P_1)* zur Aufnahme des angefeuchteten Salzes *(S)* dient. Der Zuchtraum *(Z)*, der von der kleineren Schalenhälfte *(P_2)* gebildet wird, ist vom Salzraum durch ein Stück Glasbatist *(B)* getrennt, welches mit Hilfe eines Leukoplaststreifens

[1]) Zwölfer, Experimentelle Untersuchungen zur Epidemiologie der Kieferneule. — Z. f. ang. Entom. Bd. XVII.

(L) an die Salzschale (P_1) festgekittet ist. Um bei gewissen leicht zerfließlichen Salzen ein Verschmutzen des Zuchtraumes zu vermeiden, befinden sich unterhalb des angefeuchteten Salzes mehrere Lagen Fließpapier *(F)*, welche alle zerfließenden Bestandteile aufsaugen. Die niedrige Form der Zucht- und Salzschale bewirkt einen raschen Ausgleich von Luftfeuchtigkeitsunterschieden. Durch den seitlich übergreifenden Batistrand *(B)* der Salzschale wird eine gewisse Durchlüftung des Zuchtraumes ermöglicht. Da die von außen eindringende Luft erst über die feuchte Salzmasse streichen muß, ehe sie in den Zuchtraum gelangt, ist hierbei eine Störung der Feuchtigkeitskonstanz ausgeschaltet. Diese wird auch durch das Einbringen von Futter, welches in kleinen Gaben zu reichen ist, nicht merklich gestört.

In jüngster Zeit ist ein Apparat konstruiert worden, der von den bisherigen Thermostaten-Systemen vollständig abweicht und der auf einfachere Weise das Problem, bestimmte Luftfeuchtigkeitsgrade zu erzielen und konstant zu erhalten, zu lösen versucht, und der außerdem noch den Vorteil der ständigen Lufterneuerung und des allseitigen Lichtzutritts besitzt. Es ist dies der von Gustav U. Escherich konstruierte „Multiple Thermohygrostat“[1]).

Die Grundlage des neuen Thermostaten beruht darauf, daß die Erwärmung der Zuchträume durch indirekte Beheizung, d. h. durch Zufuhr erwärmter Luftströme bewirkt wird. Dadurch ist zugleich die Möglichkeit gegeben, die Luftfeuchtigkeit in den einzelnen Abteilungen beliebig zu regeln. Man verwendet zweckmäßig zwei gleichtemperierte Luftströme von extrem verschiedener Luftfeuchtigkeit, die dem jeweiligen Bedarf entsprechend gemischt werden können. Solange die beiden Luftströme in konstanter Beschaffenheit zugeführt werden, ist es ein leichtes, durch Einstellen empirisch geeichter Luftdrosseln jede gewünschte Feuchtigkeit herzustellen und konstant zu erhalten. Diese Art der Luftfeuchtigkeitsregelung

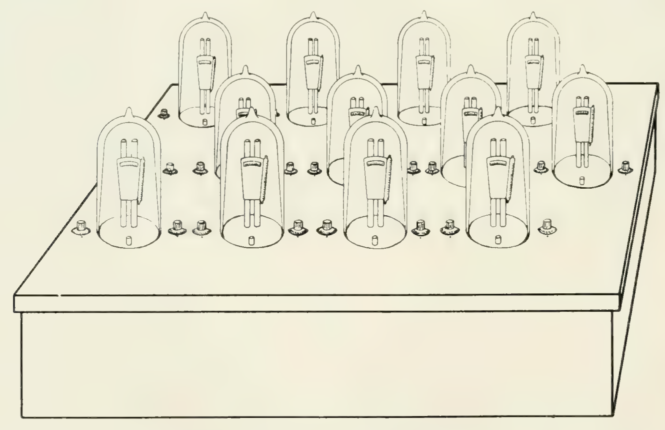


Abb. 48 B. Tischplatte des multiplen Thermohygrostaten mit 12 Zuchtgefäßen.

[1]) Siehe Anzeiger für Schädlingskunde. VI. (930), Heft 2.

auf rein physikalischem Wege gewährleistet auch eine ständig gleichmäßige Verteilung des betreffenden Feuchtigkeitsgehaltes im ganzen Raume (was bei den chemischen Methoden kaum zu erreichen sein wird).

Die indirekte Beheizung der Zuchträume hat ferner den Vorteil, daß in den letzteren überall annähernd die gleiche Temperatur herrscht, und daß diese (ebenso wie die Luftfeuchtigkeit) nach einem kurzen Öffnen der Räume (zum Futterwechsel usw.) sich in kürzester Zeit wieder auf den alten Wert einstellt; und endlich, daß damit ein ständiger Luftwechsel in der Kammer erzielt wird.

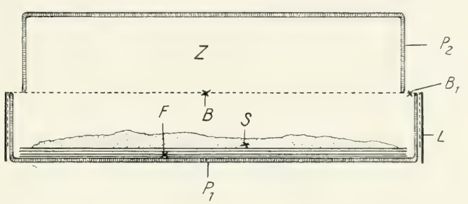


Abb. 48 C. Hygrostat (Querschnitt) 2/3 natürl. Größe. Erklärung im Text. Nach Zwölfer.

Das System der Beheizung von innen läßt es fernerhin ohne weiteres zu, die Zuchträume größtenteils in Glas (oder wenn es sein muß auch in Ultraglas) auszuführen und so die Absorption der von außen eindringenden Strahlungen auf ein Minimum zu reduzieren. So wird den natürlichen Lebensbedingungen der Objekte in weitgehendstem Maße Rechnung getragen [1]).

Man verwendet als Zuchträume am besten unverspiegelte Vakuum-Mantelgefäße, die bei dünnster Schichtdicke des Glases einen guten Wärmeschutz bieten. Der Boden, auf dem die Zuchtgefäße ruhen, besteht sowohl aus Gründen des Wärmeschutzes wie der Schonung der feinen Glasgefäße aus großen Korkplatten, durch die die Leitungen für die Luftzufuhr sowie die Abzüge hindurchgehen.

Die Luftströme werden durch ein gemeinsames Elektrogebläse erzeugt, in einem Lufterhitzer auf die gewünschte Temperatur und in einer Befeuchtungs- bzw. Trocknungskammer auf den entsprechenden Feuchtigkeitsgehalt gebracht. Die verschiedenen Temperaturen werden durch verschiedene Abkühlung der einzelnen, zu den Zuchträumen gehenden Luftströme erzielt.

6. Raupenkrankheiten [2]).

Im I. Band (S. 258—306) dieses Werkes sind die Raupenkrankheiten nach dem damaligen Stand eingehend behandelt. Wir haben dort die Mykosen (Verpilzungen), Bakterienkrankheiten, Nosemakrankheiten (Pebrine) und Polyederkrankheiten besprochen. Seit dem Erscheinen des I. Bandes sind manche neue Entdeckungen gemacht und manche Fortschritte in der Erkenntnis damals noch wenig geklärter Probleme erzielt worden. Sie betreffen sowohl die Bakterienkrankheiten, die

---

[1]) Welch großen Einfluß die Ausschaltung des Lichtes auf die Mortalität der Insekten ausüben kann, zeigen aufs deutlichste die vor kurzem veröffentlichten Versuche von Friederichs und Steiner (Zentralblatt für Bakteriologie, II. Abt., 1930, Bd. 30).

[2]) Bei der Bearbeitung dieses Abschnittes habe ich durch Herrn Dr. W. Zwölfer wertvolle Unterstützung erfahren, wofür diesem auch hier herzlich gedankt sei.

Nosema-Krankheiten, die wir besser mit dem weiteren Begriff Microsporidien-Krankheiten bezeichnen und vor allem die Polyederkrankheiten, die ja für den Forstentomologen besondere Bedeutung besitzen[1]).

A. Bakterienkrankheiten.

Von den Bakteriosen wurde besonders die „Schlaffsucht" der Raupen der Mehlmotte (*E. kühniella* Zll.) — deren Erreger 1911 von Berliner[2]) als *Bacillus thuringensis* beschrieben wurde — von Mattes (1927)[3]) eingehender studiert. Äußerlich fallen die ersten Anzeichen der Erkrankung erst im fortgeschrittenen Krankheitszustand auf: Die Raupen verlassen ihren normalen Aufenthaltsort und begeben sich — ähnlich wie verpuppungsreife Larven — auf die „Wanderschaft". Der Krankheitsprozeß schreitet rasch vorwärts. Im vorgerückten Stadium fühlt sich die Haut erkrankter Tiere schlaff an. Schließlich findet man die Tiere, durch die Afterfüße an den Wänden der Gefäße festgehalten, kopfüber tot herabhängen.

Der Erreger der Krankheit, ein stäbchenförmiges, peritrich bewimpertes Bakterium von 5 μ Länge und 1,8 μ Dicke, sowie 2×1 μ Sporengröße, wird nach Mattes in Sporenform mit der Nahrung aufgenommen. Im Darmtraktus des Wirtes schlüpfen die Sporen und beginnen mit einer starken vegetativen Vermehrung im vorderen Teil des Mitteldarms. Durch ihre Tätigkeit soll die chemische Zusammensetzung des Mitteldarmsaftes eine für die Zellen des Darmepithels schädigende Änderung erfahren. In die Darmzellen selbst tritt der Parasit nicht ein. Hingegen dringt ein Teil der Bakterien in einem bestimmten Entwicklungszustand der Krankheit zwischen Zellen des Darmepithels durch (Abb. 49), gelangt in die Leibeshöhle und damit in die Blutflüssigkeit des Wirtes, in der jetzt die Vermehrung noch

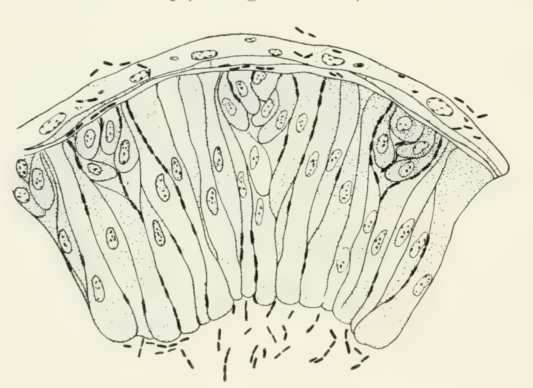


Abb. 49. Schnitt durch den Darm einer Mehlmottenlarve im Stadium der Überwanderung der Bakterien aus dem Darmlumen in die Leibeshöhle. Vergr. 750 mal. Nach Mattes.

---

[1]) Neuere Beobachtungen über die *Tarichium*-Mykose von *Agrotis segetum* Schiff. werden dort besprochen.

[2]) Berliner, E., Über die Schlaffsucht der Mehlmottenraupen (*Ephestia kühniella* Zll.) und ihren Erreger *Bacillus thuringensis* n. sp. — Zeitschr. f. ang. Entom. 1915. Bd. II, pp. 29—56.

[3]) Mattes, O., Parasitäre Krankheiten der Mehlmottenlarven und Versuche über ihre Verwendbarkeit als biologisches Bekämpfungsmittel. — Sitz.-Ber. d. Gesellschaft z. Fördg. d. gesamten Naturwiss. zu Marburg. Bd. 62, 1927, pp. 381—417. — Derselbe, Über den Entwicklungsgang der Microsporidie *Thelohania ephestiae* und die von ihr hervorgerufenen Krankheitserscheinungen. — Zeitsch. f. wiss. Zool. 1928, pp. 526—582.

bedeutend rascher vor sich geht als im Darmlumen. Schließlich wird die Leibeshöhle des Wirtes von Bakterien vollkommen überschwemmt. Auch die übrigen Organsysteme werden nicht direkt durch die Bakterien befallen. Ihre Zerstörung findet vielmehr durch eine Art Auflösungsprozeß statt, der an ihrer Oberfläche beginnt und allmählich die gesamten Organe ergreift. Er wird ähnlich wie die Zerstörung des Darmepithels auf eine Wirkung von Enzymen zurückzuführen sein, die von den Bakterien ausgeschieden werden. Im Endstadium der Krankheit ist der Körperinhalt der erkrankten Raupe völlig verjaucht. Die Kadaver vertrocknen allmählich zu braunen Mumien. Während des Austrocknungsprozesses schreitet die Mehrzahl der Bakterien zur Ausbildung von Sporen, den Dauerformen des Parasiten, in welchen er über 6 Jahre lebensfähig bleiben kann.

Die Infektion der Mehlmottenlarven durch *Bacillus thuringensis*, der sich auf künstlichen Nährböden leicht züchten läßt, bereitet keinerlei Schwierigkeiten. Unter günstigen Temperaturverhältnissen (25—30° C) beträgt die Inkubationszeit 6 Tage bei 100% Mortalität. Eine Steigerung der Virulenz durch Passageimpfungen konnte nicht erzielt werden. Angesichts der ausgesprochen pathogenen Wirkung des *Bacillus thuringensis* wurden von Mattes mehrere Versuche über seine praktische Verwendbarkeit zur Bekämpfung der Mehlmotte durchgeführt. Es zeigte sich indessen, daß die Gespinste der Mehlmottenlarven, in denen sich diese normalerweise aufhalten, von den aufgespritzten oder aufgestäubten Sporenmassen des *Bacillus thuringensis* nicht durchdrungen werden. Die im Innern der Gespinste befindlichen Larven sind so vor einer Infektion ausgezeichnet geschützt. Mattes gelangte auf Grund seiner Versuche zu dem Ergebnis, daß eine Verwendung des Schlaffsuchterregers für die Praxis der Mehlmottenbekämpfung nicht in Betracht kommt.

B. Mikrosporidienkrankheiten.

Die Mikrosporidien sind eine Gruppe durchwegs intrazellulär-parasitisch lebender Protozoen, die systematisch neuerdings den Amöbosporidien zugezählt werden. Kennzeichnend für sie ist die Struktur ihrer Sporen, die als Endstadien und Dauerformen im Entwicklungsgang der Parasiten auftreten. Sie finden sich in den Geweben der erkrankten Wirtstiere zumeist in imponierenden Massen. Die Gestalt der Sporen ist birn-bohnenförmig oder ellipsoidisch. Hinsichtlich ihrer Größendimension liegen sie an der Grenze der optischen Sichtbarkeit. Im Aufbau der Sporen, der für die Gruppe der Mikrosporidien typisch ist, lassen sich 3 Komponenten unterscheiden: die stark lichtbrechende, einheitlich gebaute, chitinöse Sporenhülle, der ring- oder gürtelförmig quer zur Sporenhauptachse liegende 1- oder 2kernige Amöboidkeim und der Polfadenapparat. Der Polfaden — ein den Nesselfäden der Cnidarier analoges Gebilde — liegt in der Ruhe spiralig aufgerollt, frei in einem Hohlraum der Spore. Im allgemeinen unter dem Einfluß der Darmsäfte des Wirtes, aber auch künstlich bei Einwirkung gewisser Reagentien wird er handschuhfingerartig nach außen gestülpt. Wahrscheinlich dient er zur Fixierung der Sporen im Darm des Wirtstieres bei dessen Infektion, die in den bisher näher untersuchten Fällen stets „per os“ durch Aufnahme der Sporen mit der Nahrung erfolgt. Nach dem Ausschnellen und Abwerfen des Polfadens entweicht der Amöboidkeim durch die Micropyle, eine in der Sporenhülle befindliche präformierte Stelle. Bei den

in der Darmwand wohnenden Arten dringt der Keim in das Darmepithel ein. Im weiteren Entwicklungsgang läßt sich bei allen Microsporidien eine Phase der vegetativen Vermehrung (Schizogonie, Merogonie Abb. 50, 1—9) und eine solche der Sporenbildung (Sporogonie, Abb. 50, 9—15) unterscheiden. Erstere dient der Vermehrung und Ausbreitung des Parasiten im Innern des Wirtskörpers, letztere findet in der Ausbildung der Sporen ihren Abschluß, als derjenigen Elemente, die der Ausbreitung des Parasiten außerhalb des Wirtes dienen. Zwischen beiden Phasen sind wahrscheinlich die sexuellen Vorgänge eingeschaltet, die jedoch noch der Klärung bedürfen. Ausgangspunkt der Sporogonie sind ein- oder mehrkernige Plasmakörper (Pansporoblasten). Die Anzahl der in ihnen zur Entwicklung gelangenden Sporen, die bei den einzelnen Arten ziemlich konstant ist, wird zur systematischen Einteilung der Gruppe herangezogen.

Das Hauptkontingent der Wirtstiere der Microsporidien wird von den Arthropoden gestellt: von 222 bekannten Arten leben 139 in Arthropoden, und hiervon entfallen 111 Arten auf die verschiedenen Gruppen der Hexapoden. Sie sind weitgehend an bestimmte Wirtsarten angepaßt und mit wenigen Ausnahmen (*Nosema bombycis* Näg.) Spezialisten bestimmter Gewebsarten. Man kennt Formen aus der Muskulatur, den Malpighischen Gefäßen, dem Nervensystem und dem Fettkörper, aus Bindegewebszellen und Darmepithelien. Entsprechend der größeren oder geringeren funktionellen Bedeutung dieser Gewebsarten im Haushalt des Wirtsorganismus ist naturgemäß die pathogene Wirkung der einzelnen Microsporidien-Arten auf das Leben ihrer Wirtstiere sehr verschieden. Sie ist in der Regel erheblich bei den Darmschmarotzern (*N. bombycis* Näg., *N. apis* Zander, *Plistophora schubergi* Zwölfer), während die Spezialisten der Muskulatur, des Fettkörpers und der Malpighischen Gefäße im allgemeinen von untergeordneter Bedeutung für das Leben ihrer Wirtstiere bleiben.

Neben *Nosema bombycis* Näg., dem Erreger der Pebrine der Seidenraupen, und *N. apis* Zander, welche die Nosemaseuche der Honigbiene hervorruft, beansprucht *Plistophora schubergi* Zwölfer nach näheren Untersuchungen von Zwölfer[1]) besonderes Interesse für uns. Ganz ähnlich wie bei den beiden erstgenannten Krankheitserregern, auf die schon im I. Band näher eingegangen wurde, liegen die Verhältnisse auch bei dieser Microsporidie, die seuchenartige Erkrankungen bei Schwammspinner und Goldafter verursacht. Die bei der Untersuchung dieser Raupenkrankheit gewonnenen Daten lassen vermuten, daß die Art eine erhebliche Bedeutung als regulierender Faktor besitzt.

Die äußeren Symptome der Krankheit, die im Raupen-, Puppen- und Imaginalstadium auftreten kann, sind wenig charakteristisch. Die an ihr erkrankten Raupen werden freßunlustig, kriechen zunächst unruhig umher, um schließlich bewegungslos im Kontraktionszustand oft wochenlang bis zum Eintritt des Todes zu verharren. Zuweilen sieht man sie wie „gebrochen" von den Wänden des Zwingers herabhängen — eine Erscheinung, die ganz ähnlich auch bei Polyederseuchen und Bakteriosen auftritt und daher nicht als typisches Symptom gewertet werden darf. Zer-

[1]) Zwölfer, W., Die Pebrine des Schwammspinners (*Porthetria dispar* L.) und des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea* L.), eine neue, wirtschaftlich bedeutungsvolle Infektionskrankheit. — Verhdl. d. D. Ges. f. ang. Ent. 1926.

schneidet man eine kranke Raupe, so zeigt der Mitteldarm ein milchweißes, opakes Aussehen. Dies Merkmal ist jedoch kein unbedingt zuverlässiges Diagnostikum, da es noch bei einer anderen Raupenkrankheit festgestellt

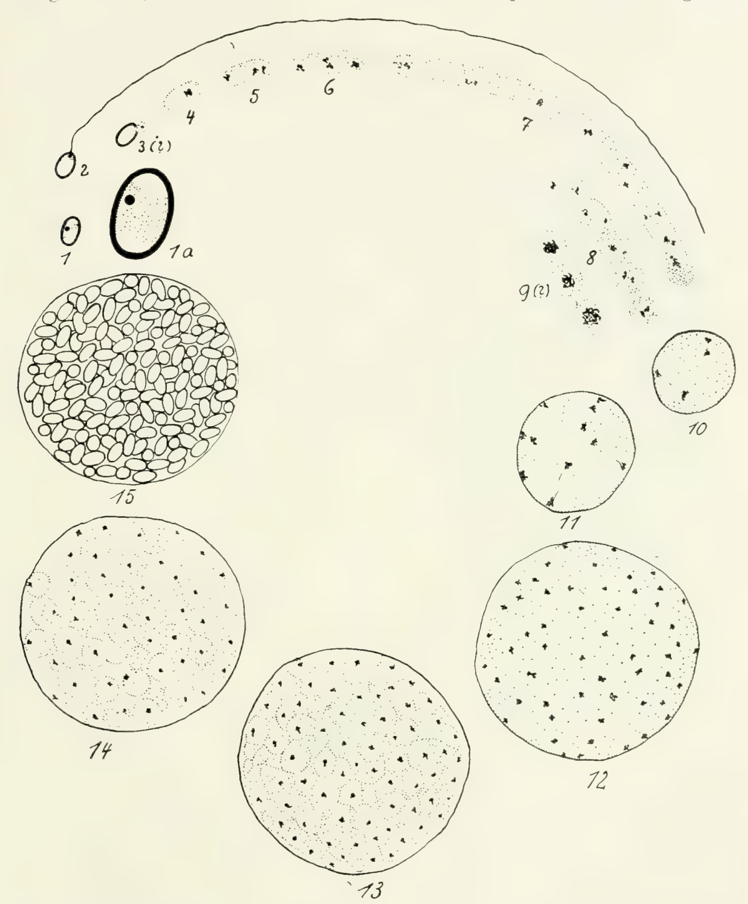


Abb. 50. *Plistophora schubergi* Zwölfer, schematische Darstellung des Entwicklungszyklus. Nach Zwölfer.

werden konnte. Das sicherste, allerdings nur mikroskopisch wahrnehmbare Kennzeichen sind die in den Epithelzellen des Mitteldarms in ungeheurer Zahl auftretenden winzigen Sporen des Parasiten. Sie sind stark lichtbrechend, von Gestalt bohnenförmig bis ellipsoidisch und besitzen im Durch-

schnitt einen Längsdurchmesser von 2,5 μ, bei einem Querdurchmesser von 1,5 μ.

Bezüglich des Entwicklungsganges von *P. schubergi* Zwölf., der in seinen wesentlichen Zügen klargestellt ist, sei auf Abb. 50 verwiesen. Die vegetative Vermehrung (Abb. 50, 1—9), die im Heranwachsen des ursprünglich einkernigen Amöboidkeimes zu vielkernigen schlauchförmigen Gebilden im Innern der Darmzellen besteht, endet mit dem Zerfall der Schlauchformen



Abb. 51. Mitteldarmepithelzellen von *Malacosoma neustria* L. mit Stadien aus der Schizogonie und Sporogonie von *Pl. schubergi* Zwölf. Vergr. 800 mal. Nach Zwölfer.

in zweikernige Stücke. Diese sind Ausgangspunkt für die Phase der Sporenbildung (9—15).

Die Sporen sind die einzigen Entwicklungsstadien, die normalerweise für eine Übertragung der Krankheit auf gesunde Wirtstiere in Frage kommen. Diese erfolgt durch Aufnahme mit Sporen behafteter Nahrung. Da im Puppen- und Falterzustand der Wirtstiere keine Nahrungsaufnahme stattfindet, ist das Auftreten der Krankheit in diesen Stadien auf eine Infektion im voraufgehenden Raupenzustand zurückzuführen. Eine Übertragung der Seuche durch kranke Elterntiere auf die nächste Generation, ähnlich wie dies bei der Seidenraupenpebrine der Fall ist, kommt nach den histologischen Untersuchungsergebnissen der Gonadenanlagen kranker Raupen, die sich stets parasitenfrei erwiesen, nicht in Frage.

Da die Sporen keine aktive Bewegungsfähigkeit besitzen, werden bei ihrer Ausbreitung in der freien Natur Atmosphärilien die wichtigste Rolle als Transportmittel spielen. Auch kranke Falter, soweit sie ihr Flugvermögen noch besitzen, dürften zur Verschleppung des Erregers auf geringere Entfernungen befähigt sein.

In der Regel endigt die Krankheit mit dem Tode der Wirtsraupe. Das durch die intrazellulär lebenden Parasiten vollkommen zerstörte Mitteldarmepithel ist zur Ausübung seiner normalen Funktionen naturgemäß nicht mehr befähigt. Die Nahrungsresorption ist unterbunden, der Wirt dem Hungertode ausgesetzt. Seltener, und anscheinend nur, wenn die Infektion im vorgerückten Raupenalter erfolgt, wird die Krankheit bis ins Puppen- und Imaginalstadium hinübergeschleppt.

Hinsichtlich der Beurteilung der wirtschaftlichen Bedeutung des neuen Parasiten ist das Ergebnis einer Aufzucht von Goldafterraupen von Interesse. Von rund 1000 Raupen, die aus im Freiland gesammelten Winternestern aufgezogen wurden, gelangten trotz sorgfältiger Pflege nur 6 zur Verpuppung und hiervon wiederum nur 4 zum Schlüpfen. Die Untersuchung der Raupenkadaver zeigte, daß 94% der Tiere der Mikrosporidienkrankheit zum Opfer fielen, 2% einer Polyederseuche erlagen, während bei den restlichen 4% eine Doppelinfektion der Erreger beider Krankheiten die Todesursache bildete. Diese Daten lassen zur Genüge eine erhebliche Überlegenheit des Parasiten gegenüber dem Erreger der Polyederkrankheit erkennen.

Abb. 52. Mit Sporen und Pansporoblasten von *Pl. schubergi* Zwölf. erfüllte Mitteldarmepithelzellen von *Lym. dispar* L. Vergr. 800 mal. Nach Zwölfer.

Noch wichtiger für die Bewertung der wirtschaftlichen Bedeutung sind natürlich jene Befunde, die an den im Freiland gesammelten Raupen erhoben wurden. Von den Ende Juni gesammelten Raupen erwiesen sich 70% des Schwammspinners und 84% der Goldafterraupen von der Krankheit befallen. Polyederkranke Tiere waren mit Insektenparasiten verschiedener Art, 2% mit Tachinen und dem Mikroparasiten, gleichzeitig besetzt.

Diese Zahlen zeigen zunächst, daß *Pl. schubergi* Zwölf. in seiner Wirkung den Insektenparasiten keineswegs nachsteht, ja ihnen sogar überlegen zu sein scheint. Berücksichtigt man gleichzeitig, daß Schwammspinner und Goldafter am Fundort selbst Jahr für Jahr in annähernd gleichbleibenden mäßigen Grenzen auftreten, ohne im Laufe der letzten Jahre jemals ver-

heerend überhand genommen zu haben, so führt dies zum Schluß, daß hier ein regulierender Faktor vorliegt, der für die Erhaltung des ökologischen Gleichgewichtszustandes in der Biocönose jener Gegend von großer Bedeutung ist. Im Gegensatz zu Pilz- und Polyederseuchen tritt die Plistophora-Seuche nicht erst auf dem Höhepunkt einer Kalamität in Entfaltung, sondern sie trägt vielmehr dazu bei, deren Zustandekommen zu verhindern. Letzteres dürfte für eine günstige Beurteilung seiner wirtschaftlichen Bedeutung ausschlaggebend sein.

Neben *Lymantria dispar* L. und *Euproctis chrysorrhoea* L. erwiesen sich auch die Raupen von *Malacosoma neustria* L. für die Krankheit empfänglich, und es ist möglich, daß noch eine Reihe weiterer Lepidopteren als Wirte für *Pl. schubergi* in Frage kommt. *Bombyx mori* L. und *Stilpnotia salicis* L. zeigten sich bei künstlichen Infektionsversuchen stets widerstandsfähig.

Inwieweit die Mikrosporidie *Plistophora schubergi* Zwölf. zur biologischen Bekämpfung des Schwammspinners und Goldafters herangezogen werden kann, darüber sind die Akten noch nicht geschlossen. Nach den vorliegenden Angaben besteht bei ihr hochgradige Virulenz und pathogene Wirkung; auch scheint eine gewisse Unabhängigkeit des Krankheitsverlaufes von klimatischen Faktoren zu bestehen, doch bedarf letzterer Punkt in der Lebensgeschichte des Parasiten noch eingehender Studien. Seine Züchtbarkeit auf künstlichen Nährböden in großem Maßstab kommt — da es sich um einen Gewebsparasiten handelt — mit unseren derzeitigen Hilfsmitteln nicht in Frage. Selbst wenn künftige Forschungen eine weitgehende Unabhängigkeit des Krankheitsverlaufes von äußeren Faktoren erweisen sollten, so ist durch diesen Umstand doch die Verwendbarkeit des Parasiten für Großkampfzwecke stark eingeschränkt.

Eine Reihe weiterer Microsporidien sind als pathogene Microorganismen wirtschaftlich wichtiger Lepidopteren bekannt geworden, ohne indessen größere praktische Bedeutung als Krankheitserreger zu besitzen. Sie seien im folgenden kurz genannt: *Thelohania ephestiae* Mattes aus dem Körper der Raupen der Mehlmotte (*Ephestia kühniella* Zll.), *Th. mesnili* Paillott aus dem Fettkörper der Raupen von *Pieris brassicae* L.; *Perezia mesnili* Paillott, *P. legeri* Paillott und *P. pieris* Paillott von verschiedenen anderen Organen derselben Wirtsart, *P. pyraustae* Paillott aus den Malpighischen Gefäßen und den Spinndrüsen der Raupen des Maiszünslers (*Pyrausta nubilalis* Hb.)[1]).

C. Polyederkrankheiten.

Bekanntlich tritt bei dieser Kategorie von Raupenkrankheiten als typisches Symptom in der Leibeshöhlenflüssigkeit befallener Wirtstiere eine Unmenge kleinster, stark lichtbrechender Körperchen auf, die zufolge ihrer annähernd polyederförmigen Gestalt zu der Bezeichnung „Polyederkrankheiten" oder „Polyedrosen" Anlaß gaben (Bd. I, S. 299 ff.). Über die Natur dieser Gebilde und ihre Bedeutung für den Krankheitsverlauf gingen die Meinungen bisher weit auseinander. Während die eine Richtung (v. Prowazek) in ihnen Reaktionsprodukte der Kerne des erkrankten Wirtsgewebes auf

---

[1]) Siehe Paillott, A., Sur *Thelohania mesnili*, microsporidie nouvelle, parasite des chenilles de *Pieris brassicae* L. C. R. Soc. a. Biol. VXC. 1924, pp. 501—503. — Derselbe, Sur *Perezia pieris*, microsporidie nouvelle, parasite de *Pieris brassicae* L. Ebenda, pp. 1255—1257. — Derselbe, Sur deux protozoaires nouveaux parasites des chenilles de *Pyrausta nubilalis*. C. R. Acad. Sci. CLXXXV. 1927, pp. 673—675.

ein ultramikroskopisches Virus erblickte, vertrat die andere Richtung (Bolle, Knoche, Escherich und Miyajima[1]) die Auffassung, daß die Polyeder die Träger des Krankheitserregers selbst vorstellten (s. Bd. I, S. 302). Klarheit in den Widerstreit der Meinungen haben 1924 die eingehenden Studien von Komárek und Breindl[2]) gebracht, die 1926 durch Prell[3]) und Zwölfer in ihren Hauptpunkten bestätigt worden sind. Demnach besitzen die bisher als homogene Gebilde angesehenen polyedrischen Körperchen einen ziemlich komplizierten Bau, der nur bei Anwendung spezieller mikroskopischer Färbemethoden[4]) in Erscheinung tritt.

Unter einer sehr zarten Hüllmembran lassen die Polyeder eine je nach der Art mehr oder minder starke „Rindenschicht" erkennen, die eine zentral im Polyederinnern gelegene lockere Masse umschließt. In letzterer liegen in größerer oder geringerer Zahl kleinste, kokkenartige, mit bestimmten Kernfarbstoffen intensiv färbbare Körnchen (Abb. 53), die von Komárek und Breindl, die ihre Untersuchungen an Nonnenpolyedern ausführten, mit den Chlamydozoen von Prowazek identifiziert werden. Prell und Zwölfer fanden dieselben Strukturen außer bei Polyedern der Nonne auch noch bei jenen des Seidenspinners, des Schwammspinners und Goldafters, so daß an der Einheitlichkeit des Baues der polyedrischen Körper, wie sie bei den verschiedenen Lepidopteren-Larven auftreten, kaum zu zweifeln ist.

Auf Grund der Ergebnisse von Infektionsversuchen früherer Autoren (Escherich und Miyajima) und jener von Komárek und Breindl, in denen der Nachweis erbracht wurde, daß die Krankheit durch Verfüttern oder Überimpfen von reinem Polyedermaterial übertragen werden kann, und nach allem, was wir von anderen Mikroorganismen bereits wissen, dürfen die kokkenartigen Körnchen im Polyederinnern als ein Entwicklungsstadium des Krankheitserregers angesprochen werden. Die bislang so problematischen Polyeder stellen seine Dauerformen vor. In einem Punkt, der mehr von theoretischer Bedeutung ist, gehen allerdings die Ansichten der Autoren noch auseinander. Komárek und Breindl erblicken in den Polyedern „Cysten". Ähnlich wie etwa bei einer Galle sollen die Hüllsubstanzen der Polyeder ein Reaktionsprodukt des Wirtsorganismus sein, welches das Dauer- und Ruhestadium des Erregers, die Chlamydozoen, im Innern der Polyeder umschließt. Prell vertritt demgegenüber die Ansicht, die auch schon früher von verschiedenen Autoren vermutungsweise geäußert wurde,

---

[1]) Escherich, K., und Miyajima, M., Studien über die Wipfelkrankheit der Nonne. — Naturwiss. Zeitsch. f. Land- u. Forstw., 1911, Bd. 9, pp. 381—402.

[2]) Komárek, J., und Breindl, V., Die Wipfelkrankheit der Nonne und der Erreger derselben. — Zeitschr. f. ang. Entom. Bd. X, 1924, pp. 99—162.

[3]) Prell, H., Die Polyederkrankheiten der Insekten. — Verhdl. III. Intern. Ent.-Kongr. Zürich 1925. — Weimar 1926. pp. 145—168.

[4]) Für diagnostische Zwecke sind sie unter Umständen von Bedeutung und sollten in allen solchen Fällen zur Anwendung gelangen, wo Zweifel an der „Polyedernatur" der zu bestimmenden Gebilde bestehen. Am einfachsten werden zu diesem Zweck die fraglichen Körperchen in einem frischen Präparat der Leibeshöhlenflüssigkeit auf dem Objektträger durch leichten Druck mit der Fingerbeere auf das Deckglas zum Platzen gebracht. Hierauf wird das Deckglas abgehoben, der am Objektträger haftende Blutausstrich in absolutem Alkohol fixiert, nach Giemsa gefärbt, unter mehrmaligem Wechsel der Farblösung und anschließend unter gleichzeitigem Differenzieren und Entwässern in Azeton in Zedernholzöl überführt. Man kann die Polyeder auch durch 24stündige Vorbehandlung mit Darmsaft der Raupen unter Zuhilfenahme des Thermostaten und anschließende Fixierung in geeigneter Weise für die Färbung vorbereiten.

daß der gesamte Polyeder eine parasitäre Bildung sei, die eine Art „Spore", die Dauerform des Mikroorganismus, vorstellt. Soviel steht fest, daß der Erreger befähigt ist, in der Polyederform jahrelang Lebensfähigkeit und Virulenz zu erhalten.

Die Infektion der Raupen erfolgt normalerweise durch Aufnahme von Nahrung, die mit Polyedern behaftet ist. Im Darmsaft des Wirtstieres lösen sich deren Hüllsubstanzen auf und die kokkenartigen Inklusionen werden frei. Wahrscheinlich wandern sie nunmehr aktiv durch die Darmwände in den Körperhohlraum ein — den exakten Nachweis hierfür durch mikroskopische Beobachtung zu erbringen, erweist sich als technich undurchführbar — wo sie zunächst die Kerne der Hypodermiszellen und der Tracheenmatrix befallen. Wenigstens lassen sich in diesen Organsystemen stets die ersten Anzeichen der Krankheit beobachten. Sie bestehen in einem Anschwellen des Lumens des Wirtszellkernes, in dessen Inneren ein anfangs kleiner, später aber sich stark vergrößernder eigentümlicher Einschlußkörper auftritt. Die Natur dieses Einschlußkörpers ist noch nicht ganz geklärt. Komárek und Breindl deuten ihn ähnlich wie auch schon v. Prowazek als krankhaft vergrößerten Nucleolus, d. h. als einen Bestandteil des Wirtstieres. Er soll ein Reaktionsprodukt des Wirtszellkernes auf den eingedrungenen Parasiten vorstellen. Prell äußert vermutungsweise, daß es sich hierbei um eine plasmodiumartige, vielkernige Bildung handelt, faßt ihn also als rein parasitäre Komponente auf. Dieser Autor nimmt auch auf Grund theoretischer Überlegungen im Entwicklungsgang des Parasiten an dieser Stelle eine Art vegetativer Vermehrung an, die zu einer Ausbreitung der Krankheit im Wirtsorganismus führen soll. Doch läßt sich diese Annahme vorerst noch durch keinerlei Beobachtung stützen. Soviel steht fest, daß im Innern des „Einschlußkörpers" zahlreiche feinste Chromatingranula von verschiedener Größe wahrnehmbar sind, aus denen im Laufe des Krankheitsprozesses die Polyeder hervorgehen. Diese Umbildungsprozesse sind noch nicht bis ins einzelne geklärt. Die Polyeder treten schließlich aus dem Innern der „Einschlußkörper" aus und gelangen in das Kernlumen, das sie allmählich in dichten Massen erfüllen. Sie werden dabei nur noch durch die Membran des Wirtskerns prall zusammengehalten und täuschen dann Cysten vor, die früher gelegentlich für Entwicklungsstadien der Erreger angesehen wurden. Zuweilen werden diese „Pseudocysten" aus dem Zellverband abgestoßen und

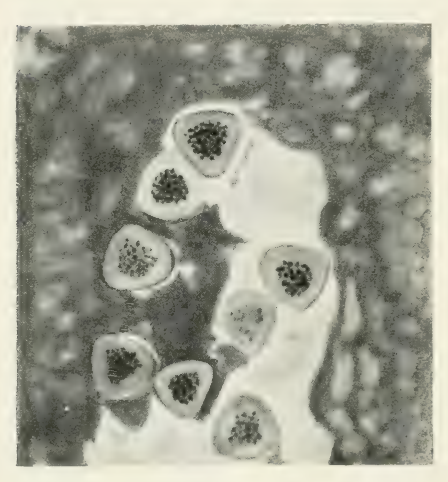


Abb. 53. Teil eines polyedrischen Kernes mit großen Polyedern, die im Innern das Virus enthalten. Nach Komárek und Breindl.

sind dann frei in der Blutflüssigkeit anzutreffen. Früher oder später platzen sie und entleeren ihren Inhalt in die Blutflüssigkeit, die schließlich von ihnen vollständig erfüllt ist. Anfangs ist eine bestimmte Gruppe von Blutzellen befähigt, einen Teil der im Blut schwimmenden Polyeder aufzunehmen und wahrscheinlich zu verdauen. Späterhin, wenn die Krankheit auch den Fettkörper, das Muskelsystem, das Nervengewebe und die Gonaden ergriffen hat, tritt eine vollständige Zersetzung des Gewebes ein: die Raupe verjaucht, der Tod tritt früher oder später ein. Seltsamerweise scheint das Gewebe des Darmapparates sich gegenüber den Angriffen des Krankheitserregers bei den einzelnen Arten verschieden zu verhalten. So ist bei Nonnenraupen und auch beim Seidenspinner im allgemeinen der Darm polyederfrei, während andererseits beim Kiefernspinner und Schwammspinner gelegentlich Darmpolyedrosen beobachtet worden sind.

Eigentümlicherweise endigt die Krankheit nicht in allen Fällen mit dem Tode des Wirtstieres. Die näheren Bedingungen für diese Erscheinung kennt man noch nicht. Es scheint sich hierbei um Immunität einzelner Raupen gegenüber dem Krankheitserreger zu handeln. Auch sprechen gewisse Beobachtungen dafür, daß die Krankheit bei manchen Raupen längere Zeit in latentem Zustand bestehen kann, um erst unter dem Einfluß äußerer ungünstiger Bedingungen akuten Verlauf anzunehmen. Überhaupt haben die klimatischen Voraussetzungen, was schon früher bekannt war und durch Untersuchungen von Escherich und Miyajima und Komárek und Breindl wieder bestätigt wurde, einen wichtigen, wenn nicht gar den ausschlaggebenden Einfluß für das Zustandekommen der Epidemie in freier Natur. Dies gilt speziell für die Wipfelkrankheit der Nonne, deren Verlauf durch anhaltendes Regenwetter begünstigt werden soll.

In freier Natur werden die Polyeder durch die Wirkung der Atmosphärilien aus den faulenden Raupenkadavern von den Bäumen in die Bodenstreu herabgeschwemmt, wo sie, wie Komárek und Breindl festgestellt haben, längere Zeit erhalten bleiben.

Bemerkenswert ist eine weitere Mitteilung von Komárek, derzufolge die Virulenz der Polyeder in den aufeinanderfolgenden Jahren einer Nonnenkalamität allmählich steigt. Er schließt dies aus der Beobachtung, daß im ersten Jahr des Auftretens der Wipfelkrankheit Spiegelräupchen und Jungraupen der Nonne stets polyederfrei sind, während in den folgenden Jahren die Zahl erkrankter Jungraupen ständig steigen soll. Glaser[1]) will sinngemäß durch Passageimpfung ebenfalls Virulenzsteigerung erzielt haben.

Was die „Vererbbarkeit" der Polyederkrankheit anbetrifft, d. h. die Übertragbarkeit der Seuche von einer Generation auf die folgende durch Infektion des Eikeims von seiten der Elterntiere, so scheint sie für diese Kategorie von Krankheiten nicht in Frage zu kommen. Die Möglichkeit einer Infektion junger Nonnenraupen durch ein erkranktes Muttertier besteht jedoch insofern, als die Eiräupchen die Gewohnheit haben, nach dem Schlüpfen ihre Eischalen zu benagen. Haften diesen vom Muttertier stammende Polyeder an, so liegt — worauf Prell hinweist — durch das Ver-

[1]) Glaser, R. W., The Polyhedrical Virus of Insects with theoretical Considerations of filtrable Viruses generally. — Science V. XLIV. 1918, p. 301—302.

tilgen der Eischalen eine Übertragung der Krankheit auf die Eiräupchen im Bereich des Möglichen.

Bezüglich der Verwendung der Polyederkrankheit im Kampfe gegen die verschiedenen Forstschmetterlinge, wie Nonne, Schwammspinner usw., brauche ich den Standpunkt, den ich im I. Band eingenommen habe, nicht viel zu ändern, d. h. es ist auch heute noch vor übertriebenen Hoffnungen zu warnen. Wenn auch Komárek und Breindl festgestellt haben, daß in Revieren, in denen die Polyederkrankheit geherrscht hat, die oberflächlichen Lagen der Bodenstreu stark mit Polyeder durchsetzt sind, die längere Zeit ihre Virulenz erhalten können, so wird die Überführung solcher polyederhaltiger Bodenstreu in von einer frischen Nonnengradation heimgesuchte Wälder nur sehr unsicheren Erfolg haben, einmal wegen der starken Abhängigkeit des Krankheitsverlaufes von äußeren Faktoren, vor allem solchen klimatischer Natur, auf die wir keinen Einfluß haben, und sodann wegen der anfänglich nur geringen Virulenz des Erregers. Es darf eben bei derartigen Dispositionskrankheiten niemals außer acht gelassen werden, daß die Anwesenheit des Erregers allein nicht genügt, die Erkrankung hervorzurufen, zumal in unserem Fall, wie wir oben gehört haben, bei manchen Raupen überhaupt eine gewisse Immunität gegen die Polyederinfektion vorzuliegen scheint[1]).

7. Die chemische Bekämpfung mittels Flugzeug oder Motorverstäuber.

Im ersten Band dieses Werkes (1914) mußte ich folgenden Satz über die chemische Bekämpfung schreiben: „Das Bereich der chemischen Bekämpfung ist in der Forstentomologie ein beschränktes: es bezieht sich vornehmlich auf solche Formen des Forstes, die dem landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Charakter nahe kommen, also Pflanzgärten und Kulturen."

Kaum irgendeine andere Anschauung über Forstschädlingsbekämpfung aus der damaligen Zeit hat einen größeren Umschwung erfahren als diese. Während damals die chemische Bekämpfung im Forstbetrieb fast unbekannt war, stellt sie heute das Hauptkampfmittel gegen die katastrophalen Großschädlinge dar. Es ist daher notwendig, in diesem Band näher auf die neue Kampfmethode einzugehen. Sie besteht darin, ein feines Giftpulver (Staub) in die Kronen zu bringen, um die dort fressenden Raupen zu vergiften. Dies kann entweder von oben her geschehen, von einem über die Kronen fliegenden Flugzeug aus, oder vom Boden aus durch Gebläse-Apparate (Motor- und Handverstäuber)[2]).

[1]) Selbst Ružička, der der Polyederkrankheit große Bedeutung beimißt, warnt davor, sich zuviel von der Übertragung polyederhaltiger Stoffe zu erwarten. Er ließ einen ganzen Waggon polyederhaltiger Waldstreu in ein noch gesundes Nonnenrevier schaffen, ohne einen Erfolg zu erzielen, d. h. das Revier wurde trotzdem kahlgefressen. (Ružička, Erfahrungen über die Nonne *[Liparis monacha]*. Prag, 1927.)

[2]) Siehe hierüber meine Flugschrift: „Die Flugzeugbestäubung gegen Forstschädlinge." 60 S. mit 22 Abb., Berlin, Paul Parey, 1929. Hier ist auch die einschlägige Literatur angegeben.

Flugzeugmethode.

Historisches.

Der Gedanke, von einem Luftschiff oder Flugzeug aus Insektengifte auf die Wälder zu bringen, wurde schon vor dem Kriege gefaßt, und zwar von dem deutschen Oberförster Zimmermann, der sich im Jahre 1911 sogar ein Patent auf diese Bekämpfungsart geben ließ. Allerdings stand der praktischen Ausführung dieses Planes damals der Umstand entgegen, daß man in jener Zeit noch nicht über die staubförmigen Mittel, die ja eine „conditio sine qua non" für die Flugzeugbekämpfung sind, verfügte. Das Zimmermannsche Patent geriet in Vergessenheit, und erst nach dem Krieg nahmen die Amerikaner den Gedanken, der jetzt infolge der Vervollkommnung der Flugzeugtechnik und der immer stärkeren Einbürgerung

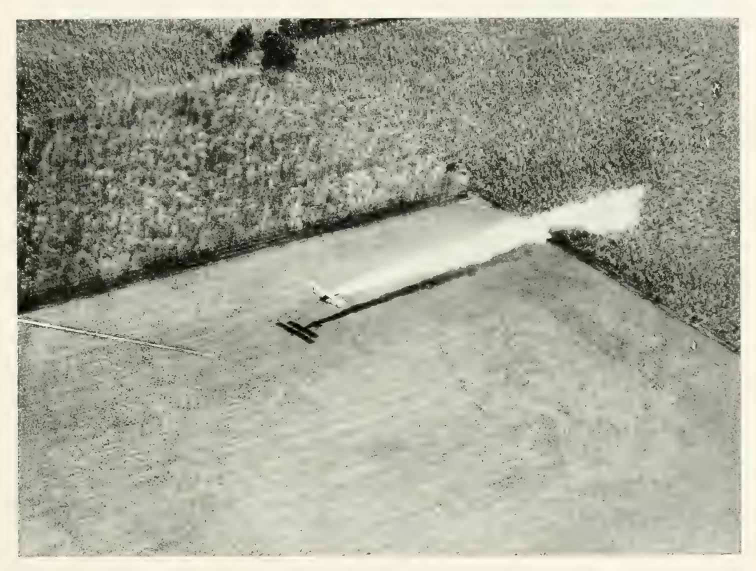


Abb. 54. Das Bestäuben eines Catalpa-Bestandes mittels Flugzeug im Staate Ohio (U. S. A.). Erstes, in einer deutschen Zeitschrift (Zeitschr. f. ang. Entomologie) erschienenes Bild einer „Flugzeugbestäubung".

des Bestäubens (an Stelle des Bespritzens) gewissermaßen greifbar nahegerückt war, wieder auf.

Zuerst wurde er im Jahre 1921 praktisch durchgeführt, und zwar von C. R. Neillie und J. S. Houser, die einen kleinen Catalpa-Baumbestand, der von einer Schwärmerraupe befallen war, von einem Kriegsflugzeug aus mit Bleiarseniat bestäuben ließen (Abb. 54)[1]. Der Erfolg dieses ersten Versuches war derart verblüffend, daß man gar nicht recht daran glauben wollte. Daraufhin ließ

---

[1]) Siehe Uphof, Die moderne Insektenbekämpfung in den Vereinigten Staaten. Zeitsch. f. ang. Entom. Bd. IX, 1923; und A. D. Imms, The use of the airplane for applying insecticides. Journ. Ministery of Agric. Vol. XXXIII, Nr. 3, London, June, 1926.

1922 Coad vom Delta-Laboratorium in Tallulah (Louisiana) Versuche mit Kalziumarseniat gegen einen Baumwollschädling (eine Schmetterlingsraupe) unternehmen, die bewiesen, daß auch diese Raupe vom Flugzeug aus wirksam bekämpft werden kann, und zwar mit geringeren Giftmengen und in weit kürzerer Zeit als mit den gebräuchlichen Bodenbestäubungsmaschinen. 1923 wurden zum erstenmal auch gegen den Baumwollkapselkäfer (Cotton boll weevil) Flugzeugversuche mit gutem Erfolg gemacht.

Im Jahre 1925 ging man zur Großbekämpfung des schlimmsten Baumwollschädlings, des schon genannten Cotton boll weevil (Kapselkäfer) über. Es wurden in Louisiana allein 50000 Acres gegen diesen Schädling mit Kalziumarseniat behandelt, und zwar mit solchem Erfolg, daß auf den bestäubten Flächen eine etwa 50% höhere Ernte erzielt werden konnte als auf den unbestäubten Flächen.

Die Kosten betrugen rund 7 Dollar je Acre, während der Gewinn gegenüber den unbestäubten Flächen 33 Dollar je Acre betrug. Dazu der große Vorteil der Zeitersparnis. Ein Flugzeug bewältigte in der gleichen Zeit ebensoviel wie 75 Bodenverstäuber (mit einer Bodenmaschine können bestenfalls 30 Acre im Tag bestäubt werden gegenüber 200—1000 Acres je Stunde durch das Flugzeug).

Außer gegen die Baumwollschädlinge verwandte man das Flugzeug in Amerika neuerdings auch gegen andere Schädlinge: in Obst- und Citrus-Plantagen, in Tabakfeldern, in Tomaten- und Erbsenfeldern, überall mit befriedigendem Erfolg[1]). Ja, sogar gegen die Anophelesbrut wurde das Flugzeug herangezogen, um von ihm aus die großen Wasserstellen mit Schweinfurtergrün zu bestäuben.

Übrigens wurden nicht nur Arsenverbindungen zum Bestäuben vom Flugzeug aus benutzt, sondern es kamen auch Mischpulver zur Verwendung, wie z. B. Kalziumarseniat (94%) und Nikotinsulfat (6%), eine Mischung, die unter dem Namen „Kalarnik“ im Handel ist. Durch die Beimischung von Nikotin sollen auch die saugenden Insekten, vor allem die Blattläuse, vernichtet werden. Auch Pilzgifte, wie Kupferverbindungen, Schwefelpulver usw., hat man beigemischt.

Inzwischen hat man auch in anderen Ländern mit Flugzeugen Schädlingsbekämpfung getrieben, vor allem in Südafrika[2]) und Rußland[3]), und zwar hauptsächlich gegen die Heuschrecken. Man verwandte hierzu Natriumarsenit, das man auf die fliegenden Heuschreckenschwärme stäubte, mit dem Erfolg, daß große Mengen der Heuschrecken zugrunde gingen. Auch auf die Brutplätze der Heuschrecken, besonders wo es sich um schwer zugängliche, mit Schilfrohr bestandene Flächen handelte, hat man durch Bestäubung mit Natriumarsenit vom Flugzeug aus gute Erfolge erzielt.

In Deutschland gaben die ausgedehnten forstlichen Verheerungen der letzten Jahre die äußere Veranlassung, sich die amerikanischen Erfolge gegen die verschiedenen Fortschädlinge nutzbar zu machen.

Die ersten Versuche wurden am 22. Mai 1925 durch die Firma Stolzenberg im Biesenthaler Forst bei Eberswalde gemacht, die erste regelrechte Bekämpfung wurde einige Tage später (24.—29. Mai) auf Veranlassung von Forstmeister Ebert im Sorauer Forst gegen die Nonne durchgeführt. Es wurden 240 ha starkbedrohten Waldes behandelt, und zwar durch die Firma Güttler-Schärfe (jetzt Güttler & Co., Hamburg), die dazu ihr für den Export nach Amerika bestimmtes 40%iges

[1]) Moril, A. W., Airplane dusting for the Control of Vegetable Pests on the Mexican West Coast. Journ. Econ. Ent. Vol. 19, Nr. 5 (1926).

[2]) Siehe O. W. Mally, Arsenite of Soda as a Locust Poison. Journ. of the Dept. Agric. Marsch. 1923, Pretoria, S.-Africa.

[3]) A. A. Granowsky, The Control of Grasshoppers by Airplane Dusting. Journ. Econ. Entom. 1926. — J. A. Parfentjew, Bekämpfung der Wanderheuschrecken in ihren Brutplätzen. Anz. f. Schädlingskunde, 1926, S. 127. — Siehe ferner die Arbeiten von Korotkich, Wyschelesskaja, Vitkevitsch, Galachov, Zarring und Sabin-Gus in der russischen Zeitschrift „Défense des Plantes“ V. 1928 (Ref. in Review of appl. Ent. 1928, S. 660ff. und im Anz. f. Schädlingskunde 1929, H. 1).

Kalziumarsenit-Präparat „Silesia" verwandte. Die Raupen standen zwischen der zweiten und dritten Häutung. Die Wirkung war durchschlagend, die ersten toten Raupen waren bereits nach 3 Tagen festzustellen, und nach 5 Tagen war keine lebende Raupe mehr auf den Bäumen. Am deutlichsten konnte man die Wirkung am Kotfall ablesen, der schon nach 2 Tagen erheblich nachließ, um nach 4—5 Tagen ganz aufzuhören, während er in den unbehandelten Orten weiter zunahm und der Fraß weitere Fortschritte machte. Nach Eberts Bericht wurde in dem behandelten Bezirk nach der Bestäubung kaum mehr eine Nadel gefressen. Noch prompter wirkte die Bestäubung auf die im gleichen Bezirk fressenden Eichenwickler. Vier Wochen später wurden weitere 100 ha Wald bei Hohenbrück in Pommern ebenfalls gegen Nonne von der Fa. E. Merck in Darmstadt bestäubt.

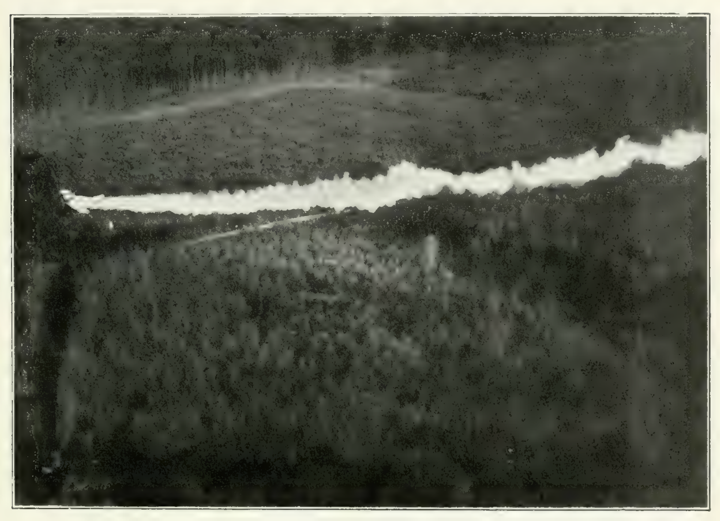


Abb. 55. Bestäubungsflug mit Junkers Limousine F. 13 (Juli 1925 im Forstamt Ensdorf in Bayern).

Diese beiden Versuche gaben den Auftakt zu weiteren Arsenbekämpfungen, die von Jahr zu Jahr größeren Umfang annahmen und bis Ende 1929 sich bereits auf ca. 27 000 ha erstreckten. Der Kampf richtete sich in der Folgezeit außer gegen die Nonne auch noch gegen die Kieferneule, den Kiefernspanner, Frostspanner, den Eichenwickler und die Kiefernblattwespe (Lophyrus).

Gegen welche forstliche Schädlinge kann die Arsenbestäubung vorgenommen werden?

Arsen gehört zu den Fraßgiften, also kann es nur gegen „beißende" Insekten verwendet werden, welche sich von Blattsubstanz nähren und mit dieser den daran haftenden Giftstaub ihrem Darmkanal einverleiben. Da das Flugzeug nur auf größeren Flächen eingesetzt werden kann und hohe Kosten verursacht, so kommen vom wirtschaftlichen Standpunkt aus nur Groß-Schädlinge in Betracht, deren Massenvermehrung schwere wirtschaft-

liche Schäden verursachen kann. Unter ihnen scheiden solche aus, die arsenbestäubtes Futter sichtlich meiden bzw. dieses nur in der Not, vom Hunger getrieben, annehmen, zumal wenn diese Arsenscheu mit großer Beweglichkeit (Flugvermögen) verbunden ist. Zu diesen flüchtigen, arsenscheuen Schädlingen gehört z. B. der Maikäfer, gegen den daher die Arsenbestäubung ziemlich wirkungslos ist.

Als nicht oder nur in geringem Maße arsenscheu haben sich die Raupen der schlimmsten forstschädlichen Schmetterlinge erwiesen und ferner die Larven (Afterraupen) der Blattwespen. Von den „arsenfreundlichen" Raupen scheiden des weiteren solche aus, gegen die andere und billigere und dabei ebenso wirksame Bekämpfungsmethoden angewendet werden können, wie der Kiefernspinner, *Dendrolimus pini* L., gegen den der billigere Leimring, richtig angewendet, vollen Erfolg verspricht.

So bleiben in der Hauptsache als Objekte für die Methode der Arsenbestäubung folgende Groß-Schädlinge:

Nonne, Kieferneule, Kiefernspanner, Frostspanner, Eichenwickler und Kiefernblattwespe. Des weiteren wäre noch zu denken an: Prozessionsspinner, Schwammspinner und die Fichtenblattwespe.

Wann ist die Flugzeugbestäubung indiziert?

Bedeutet es für den Revierverwalter schon eine große Verantwortung, wenn die Frage auftaucht, ob geleimt werden soll oder nicht, so ist diese noch weit größer bei der Entscheidung, ob das Flugzeug eingesetzt werden soll oder nicht.

Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus wird sich die Flugzeugbekämpfung nur dann lohnen, wenn das Leben wertvoller, noch im Zuwachs begriffener Bestände wirklich in Gefahr ist. Bei haubaren Altholzbeständen werden sich die Kosten nur unter bestimmten Umständen (z. B. Holzverwertungsfragen) rechtfertigen lassen.

Die Entscheidung, ob bestäubt werden soll oder nicht, kann nur auf Grund eingehendster und gewissenhafter Prüfung aller für die Beurteilung des Verlaufes der Gradation wesentlichen Momente gefällt werden.

Vor allem ist das Stadium der Gradation festzustellen: Befindet sich dieselbe im Aufstieg oder bereits im Abstieg (Retrogradation).

Befindet sich die Gradation im Aufstieg, so muß vor allem versucht werden, die mutmaßliche Zahl der Raupen pro Baumkrone festzustellen. Kann man bei vielen Schädlingen schon durch die Untersuchung der Puppenzahl im Boden während des Winters bzw. im Herbst und Frühjahr nützliche Vorarbeit leisten, so gibt die Stärke des Falterfluges und die darauf zu erfolgende Untersuchung der Ei- und Raupenzahl, die durch vorsichtiges Fällen einzelner Stämme auf Tücher zu geschehen hat, und vor allem auch der Kotfall ein annähernd richtiges Bild von der Stärke der Gradation. Die Zahl der Raupen, in Verbindung gesetzt mit der Größe der Krone, lassen einen einigermaßen sicheren Schluß zu auf den voraussichtlichen Grad der Fraßbeschädigung. Natürlich darf bei dieser Kalkulation der Gesundheitszustand der Raupen nicht außer acht gelassen werden, wobei auch die im Vorjahre festgestellte Stärke des Parasitenbefalls Berücksichtigung finden muß.

Ist man auf diese Weise zur Überzeugung gelangt, daß es, falls man die Gradation sich selbst überläßt, auf größeren Flächen zu

Kahlfraß kommt, so ist die Indikation für die Flugzeugbekämpfung gegeben.

Es kann aber auch sehr wohl möglich sein, daß durch unvorhergesehene Umstände, wie naßkalte Witterung, Ausbruch von Raupenkrankheiten usw. die Gradation vor der Zeit von selbst zusammenbricht und daher der erwartete Kahlfraß nicht eintritt — was z. B. in nichtbestäubten Nachbarrevieren, in denen die Gradation in genau dem gleichen Stadium sich befunden hatte, zu ersehen sein könnte —, so war der Entschluß zur Vornahme der Bestäubung doch der richtige. Sich in solchen Fällen auf das Eintreten eines wenn auch nicht wahrscheinlichen, so doch immerhin möglichen günstigen Ereignisses zu verlassen, würde das gleiche bedeuten, wie wenn ein Hausbesitzer angesichts seines in Flammen stehenden Hauses von der Herbeirufung der Feuerwehr deswegen absehen würde, weil eventuell ein das Feuer löschender Wolkenbruch eintreten könnte.

Ist die Gradation bereits auf der absteigenden Kurve (Retrogradation), so wird die Entscheidung noch schwieriger werden. Läßt der Gesundheitszustand des Schädlings und die Zahl der Parasiten mit großer Wahrscheinlichkeit den Zusammenbruch der Gradation in kurzer Zeit erwarten, noch bevor ein zum Tode führender Kahlfraß eintritt, so wird man von einer kostspieligen Bestäubung absehen. Sind dagegen die Parasiten und Krankheiten noch nicht so übermächtig geworden, daß der Zusammenbruch unmittelbar bevorsteht, andererseits aber Kahl- bzw. Todfraß zu erwarten ist, so wird trotz Retrogradation die Bestäubung indiziert sein[1]).

Das Gift.

Die verschiedenen Verstäubungsmittel und ihre Eigenschaften.

Das wirksame Agens aller bis jetzt in Deutschland im forstlichen Großkampf gebrauchten Streugifte ist Arsen, und zwar in Form von Kalziumarseniat ($Ca_3[AsO_4]_2 H_2O$). Folgende staubförmige Präparate kamen bis jetzt für die Begiftung der Wälder in Deutschland zur Verwendung:

„Forstesturmit" der Firma E. Merck-Darmstadt. Gehalt an Arsensäure (As_2O_5) 11% (nach Bedarf bis 16%). Spez. Gewicht 45.

„Hercynia" der Firma Gebr. Borchers-Goslar. Gehalt an As_2O_5 ca. 11%.

„Meritol" der Firma Schering-Kahlbaum, Berlin, Gehalt an As_2O_5 ca. 18%.

„Silesia"-Kalziumarseniat der Firma Güttler-Schärfe in Reichenstein. Gehalt an As_2O_5 ca. 40%.

Das letztere hochprozentige Mittel wurde in den letzten Jahren nicht mehr verwandt (wegen der erhöhten Gefahr für Warmblüter usw.). Die Firma

---

[1]) Rhumbler beschreibt (Z. f. ang. Ent. XV., Heft 1) eine während der Retrogradation vorgenommene Flugzeugbestäubung gegen den Spanner und hebt besonders hervor, daß die Retrogradation durch die Bestäubung nicht aufgehalten und andererseits durch die Begiftung großer Schaden verhindert wurde. Daß die Bestäubung auf den Verlauf einer gerade ausbrechenden Polyederkrankheit (Wipfelkrankheit) retardierend oder gar heilend wirkt, wie man nach den unten mitgeteilten Beobachtungen Speyers vermuten könnte (die sich allerdings nur auf schwach arsenhaltiges Futter beziehen), scheint nach den Beobachtungen Komáreks nicht der Fall zu sein (s. Anz. f. Schädlingsk. 1928, Heft 7).

(jetzt Güttler & Co. in Hamburg) hat neuerdings auch ein Präparat mit geringerem Arsengehalt hergestellt („Forst-Vermisil"), das aber bei „Flugzeugbestäubungen" bisher noch nicht gebraucht wurde.

Außerdem werden in Deutschland noch verschiedene andere staubförmige Arsenmittel hergestellt, die aber ebenfalls bisher vom Flugzeug aus noch nicht verstäubt wurden, wie „Grallit" der I. G. Farben A.-G., „Dusturan" der Chemischen Fabrik in Schweinfurt u. a. m.

Von besonderer Wichtigkeit aller für den Pflanzenschutz bestimmten Arsenstaubmittel ist, daß die Präparate keine oder höchstens nur Spuren von wasserlöslichen Arsenverbindungen enthalten (wegen Verbrennungsgefahr und der erhöhten Giftigkeit für Mensch und Tier).

Die ersten drei der oben genannten Mittel, die allein in den letzten Jahren zur Verwendung gekommen sind, weichen in bezug auf den Gehalt an dem wirksamen Agens (Arsen) nur geringfügig voneinander ab (11—18%). Dagegen bestehen einige Unterschiede bezüglich der beigegebenen Transport- bzw. Haftmittel und des Verfahrens, nach dem das Präparat hergestellt wird.

Für eine praktische Verwendbarkeit sind besonders folgende Eigenschaften wichtig[1]):

1. geringes spezifisches Gewicht,
2. gute Haftfähigkeit und Regenbeständigkeit,
3. Feinkörnigkeit und leichte Verstäubbarkeit (keine Zusammenballung) und dadurch bedingte gleichmäßige Verteilung,
4. Unentmischbarkeit,
5. das Präparat darf von Feuchtigkeit nicht beeinflußt werden.

Das geringe spezifische Gewicht ist deshalb von Vorteil, weil die Staubwolke sich um so länger in den Kronen hält, je leichter und feiner die Teilchen sind. Und je länger die Staubwolke in der Kronenregion verbleibt, desto intensiver wird die Einstäubung der Nadeln sein. „Die einzelnen Präparate zeigen in dieser Beziehung noch ziemlich große Unterschiede. Versuche über das optimale Gewicht stehen noch aus."

Von großer Bedeutung ist die Haftfähigkeit und Regenbeständigkeit des Staubes. Was nützt das beste Gift, wenn es schon durch kleine Erschütterungen, durch Wind oder leichten Regen wieder aufgeworfen oder abgewaschen wird? Niemand wird natürlich eine Haftfähigkeit verlangen, die einem unmittelbar nach der Bestäubung ausbrechenden Gewitter mit wolkenbruchartigem Platzregen und orkanartigen Stürmen standhält. Man kann jedoch verlangen, daß das Gift durch mäßige Erschütterungen und normalen Regen nicht gleich wieder völlig entfernt wird. Bei einem rasch und gut haftenden Mittel wird „die Dauer der Wirksamkeit verlängert, der Einfluß ungünstiger Witterung herabgesetzt und infolgedessen die Menge des Mittels und die Zahl der Bestäubungen verringert, was auf die Kosten der Bekämpfung ganz beträchtlichen Einfluß hat".

Die Haftfähigkeit ganz exakt zahlenmäßig festzustellen, ist äußerst schwierig, und wird wohl kaum ganz ohne Fehlerquellen durchzuführen sein.

---

[1]) Siehe hierüber die Arbeit von Eidmann und Berwig, Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften, insbesondere die Haftfähigkeit von Arsenbestäubungsmitteln (Forstw. Centralbl. 1928), die den folgenden Ausführungen in der Hauptsache zugrunde liegt.

Es sind eine Reihe von Verfahren ausgearbeitet worden, zuerst von Görnitz, dann von Eidmann und Berwig, Stellwaag, Völz u. a., die heute wenigstens ziemlich genaue Haftfähigkeitsbestimmungen erlauben.

Neben der Haftfähigkeit (im weiteren Sinn) spielt auch die gleichmäßige Verteilung der Mittel eine hervorragende Rolle für die praktische Wirkung. Es kommt vor allem darauf an, daß der Giftstaub möglichst fein und gleichmäßig über die Nadel oder das Blatt verteilt wird (Abb. 56).

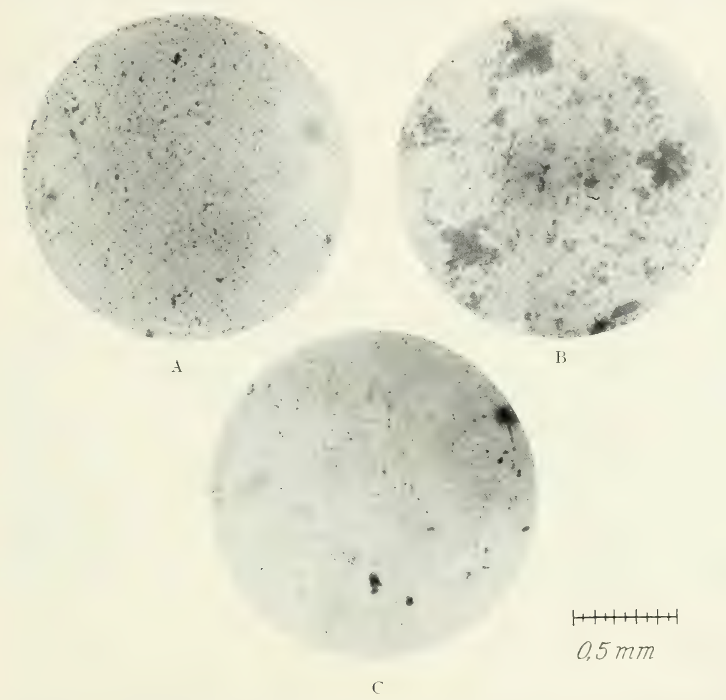


Abb. 56. Beispiele verschiedenartiger Verteilung des Arsenstaubes (Mikrophotogramme). A feinkörnig, gleichmäßig verteilt, B große Menge, stark flockenbildend, C geringe Menge, teilweise flockig. Präparat A kommt den Forderungen, die an einen guten Giftstaub zu stellen sind, am nächsten. Nach Eidmann und Berwig.

Es ist leicht vorstellbar, daß, obwohl eine größere Gewichtsmenge Gift auf dem Blatt oder der Nadel haften geblieben ist, die Wirkung eine schwächere sein kann als bei geringer Menge — wenn nämlich im ersteren Fall das Gift infolge einer zu starken „inneren Haftfähigkeit" zur Zusammenballung neigt und infolgedessen in kleineren oder größeren Klümpchen haften bleibt, zwischen denen arsenfreie Stellen auf den Blättern oder Nadeln vorhanden

sind. Wenn andererseits weniger Arsen haften bleibt, aber dieses Wenige die Blattoberfläche gleichmäßig überzieht, so werden die Raupen viel sicherer mit ihm in Berührung kommen.

Wirkung des Giftes auf die Schädlinge.

Arsen hat bis jetzt seinen Platz an erster Stelle unter den Insektengiften (Fraßgiften) behauptet. Es wird allerdings gegenwärtig eifrig daran gearbeitet, es durch einen anderen (für Warmblüter weniger giftigen) Stoff zu ersetzen. Welch starke Wirkung das Arsen auf die Insekten hat, geht daraus hervor, daß im allgemeinen minimale Spuren genügen, Raupen zu töten. Beträgt doch die letale Dosis Bruchteile eines Milligramms. Analysen arsenvergifteter Raupen ergaben 0,0003—0,02 mg ($1 \text{ mg} = \frac{1}{1000}$ g!). Daraus geht ohne weiteres hervor, daß erstens hochprozentige Präparate (wie das anfangs gebrauchte 40%ige Silesia) verwenden soviel bedeutet wie mit Kanonen auf Spatzen schießen und daß zweitens die geringen Schwankungen, die die oben genannten Präparate in bezug auf den Gehalt an As_2O_5 aufweisen, in der Endwirkung auf die Insekten sich kaum wesentlich bemerkbar machen.

Die Giftwirkung tritt zuerst in einer Verringerung des Kotfalls und Verkleinerung des Kotes, also Verringerung und allmählich völligen Einstellung der Nahrungsaufnahme in Erscheinung. Bei nackten Raupen tritt zugleich eine Verfärbung des ganzen Tieres ein (der Spanner z. B. nimmt einen gelblichen Farbenton, der vom Kopf beginnend nach hinten fortschreitet und später ins Schwärzliche übergeht, an, was zum Teil auf die Veränderung des durchscheinenden Darms zurückzuführen ist, der beim gesunden Tier mit grünem, beim kranken mit braunem Inhalt[1]) erfüllt ist). Als weitere Vergiftungssymptome kommen folgende Erscheinungen hinzu: Die Raupen werden schlaff, ähnlich wie bei der Polyederkrankheit, und fallen endlich von der Fraßpflanze ab, oder sie verenden in verschiedenen charakteristischen Stellungen an der Fraßpflanze: entweder hängen sie am Gespinstfaden herunter oder sie sind mit den Bauchfüßen festgeklammert, so daß Hinter- und Vorderende hufeisenförmig abgebogen sind (Abb. 57). Nach dem Tode trocknen sie vom Abdomenende her ein, so daß das Abdomen immer spitzer wird.

Wenn auch, wie oben betont, die letale Arsendosis bei Insekten im allgemeinen nur minimal ist, so ist doch die Art der Wirkung des Arsenstaubes auf das Befinden der Raupen großen Schwankungen unterworfen, vor allem in bezug auf die Zeitdauer des Vergiftungsprozesses. Die Unterschiede beziehen sich nicht nur auf die verschiedenen Arten von Insekten, sondern auf die verschiedenen Entwicklungsstadien der gleichen Art. So gehen z. B. die jungen Eiräupchen des Spanners schon nach 1—1½ Tagen zugrunde, während die erwachsenen Spannerraupen bis 7 Tage, unter besonderen Umständen sogar noch 16—36 Tage seit Darreichung arsenhaltigen Futters am Leben bleiben können (Kalandadze). Im allgemeinen kann man wohl sagen, daß die Raupen um so „widerstandsfähiger" gegen die Arsenmittel werden, je älter und größer sie sind. Ob diese Erscheinung nur darauf beruht, daß die minimale tödliche Dosis mit dem Wachstum der Raupe zu-

[1]) Übrigens kann man auch bei Raupen, die durch andere Ursachen erkrankt sind, braune Darmfärbung beobachten.

nimmt oder auf physiologischen Veränderungen in der Raupe, mag dahingestellt bleiben.

Was die „Empfindlichkeit" der verschiedenen Insektenarten gegen den Giftstaub betrifft, so hat sich von den bisher bekämpften Schädlingen am hinfälligsten die Larve (Afterraupe) von *Lophyrus pini* L. erwiesen, die durchschnittlich schon nach 2—4 Tagen nach der Bestäubung zugrunde ging. Fast ebenso günstige Resultate wurden bei der Nonne, der Eule und dem Eichenwickler erzielt, bei denen die Abtötung meist auch recht prompt nach wenigen (3—5) Tagen eingetreten ist. Weniger günstig liegen





A B

Abb. 57. Charakteristische Stellung an Arsenvergiftung eingegangener Raupen. A *Lymantria dispar* L., B *Bupalus piniarius* L. Nach Kalandadze.

die Verhältnisse beim Spanner, dessen Raupen, wenigstens in den älteren Stadien, wie schon erwähnt, wesentlich schwieriger zu vergiften sind (siehe unten)[1].

Die Giftwirkung kann, wenn sie zur Abtötung der Raupen nicht ausreichte, auch auf die nachfolgenden Entwicklungsstadien übergreifen, so daß der Tod erst im Puppenstadium eintritt. Ja, sie kann sogar noch weitergehen. Es ist nämlich verschiedentlich beobachtet (Speyer, Kalandadze), daß schwach vergiftete Raupen vom Schwammspinner und der

[1]) Im Walde läßt sich die Giftwirkung nach Bestäubungen am besten durch Kotfänge feststellen, worüber unten bei der Besprechung der Spannerbekämpfung nähere Einzelheiten angegeben werden.

Nonne sich verpuppten und nach der normalen Zeit Falter ergaben, daß diese Falter auch kopulierten und Eier legten. Erst bei den Eiern kam wieder die Giftwirkung zur Geltung, in dem sämtliche Eier, die von Faltern aus vergifteten Raupen stammten, abstarben und eintrockneten (Abb. 58). Analysen haben ergeben, daß wohl noch in der Puppe Arsen vorhanden, jedoch weniger als in der letzten Raupe (z. B. 0,004—0,05 mg pro Puppe gegenüber 0,017—0,05 mg pro Raupe), daß dagegen die Imago völlig arsenfrei war[1]).

Die zeitliche Verschiedenheit in der Giftwirkung kann außer auf der im Organismus begründeten verschiedenen Empfindlichkeit der verschiedenen Arten oder Entwicklungsstadien auch noch auf anderen Faktoren beruhen, vor allem auf zeitweiser Freßunlust. Diese kann hervorgerufen werden, einmal durch tiefe Temperaturen und schlechte Witterung, auf die die verschiedenen Raupen verschieden reagieren, und sodann durch den Vorgang

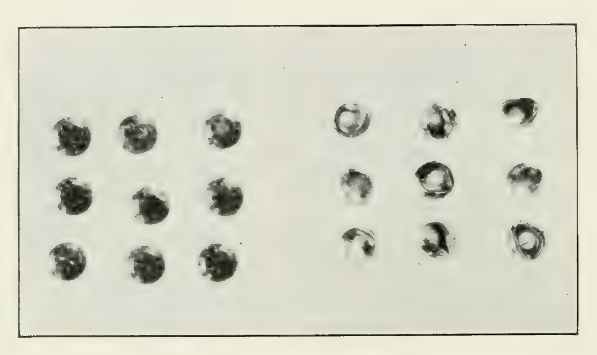


Abb. 58. Arsenwirkung auf die Eier der folgenden Generation (Nonnen-Eier). Links normale, gesunde Eier, rechts Eier von Weibchen aus schwach arsenisierten Raupen. (Nach Kalandadze.)

der Häutung — Momente, die bei der Beurteilung der Giftwirkung bzw. bei der Vornahme der Bestäubung nicht außer acht gelassen werden dürfen, wenn anders man nicht Gefahr laufen will, zu falschen Schlüssen zu gelangen.

Wirkung des Giftes auf die übrige Tierwelt des Waldes.

Einer der Hauptvorwürfe, die immer wieder, vor allem aus den Kreisen des Naturschutzes gegen den Arsenkampf im Walde erhoben wurden und noch erhoben werden, geht dahin, daß unter den Arsenbestäubungen nicht nur die Schädlinge, sondern auch die übrigen Tiere, wie die nützlichen Kerbtiere, und besonders auch die Warmblüter, Vögel und Säugetiere, zu leiden haben.

Bezüglich der Warmblüter sind nur einmal, nämlich in der Oberförsterei Haste, Vergiftungen in größerem Maßstabe vorgekommen, und

[1]) Eine merkwürdige Giftwirkung stellte Speyer bei polyederkranken Schwammspinnerraupen fest, indem bei diesen durch Aufnahme von schwach arsenhaltigem Futter die Krankheit unterdrückt wurde.

zwar bei Verwendung eines 40%igen Präparates. Es sind dort eine Anzahl Hasen, Rehe, Rinder und auch einige Vögel erkrankt bzw. eingegangen. Seitdem man von den hochprozentigen Präparaten Abstand genommen hat, ist die Gefahr wesentlich geringer geworden.

Bei der feinen Verteilung des Staubes, in dem ja das eigentliche Gift (Arsen) nur einen Bruchteil ausmacht, ist dies ohne weiteres verständlich, zumal ja die tödliche Arsendosis für Warmblüter eine recht beträchtliche ist. Froehner (bei Stellwaag)[1]) gibt folgende tödliche Durchschnittswerte an:

Rinder	15 —30 g
Pferde, Schafe, Ziegen	8 —10 g
Schweine	0,5— 1 g
Hühner	0,1— 0,15 g

Daraus geht hervor, daß Hornvieh eine ganz außerordentlich große Arsenmenge vertragen kann. Eine Vergiftungsgefahr ist so gut wie ausgeschlossen, wenn das Vieh mehrere Tage von der in der Nähe des Bestäubungsgebietes gelegenen Weide ferngehalten wird[2]).

Wenn wir uns gar die minimalen Spuren Arsen vorstellen, die in vergifteten Raupen gefunden wurden, die teilweise nur wenige Tausendstel eines Milligramms betrugen, so können wir von vornherein annehmen, daß auch nur ganz ausnahmsweise ein Vogel durch Fressen von vergifteten Raupen zu der für ihn tödlichen Dosis gelangt.

Die Befürchtungen, daß durch den Arsenkampf auch die Vogel- und Säugetierwelt in unseren Wäldern ausgerottet oder auch nur dezimiert werden könnte, ist also nicht berechtigt.

Wie steht es mit der nützlichen Insektenwelt? Wie die Parasiten und Raubinsekten auf die Arsenbestäubung reagieren, darüber wissen wir nicht allzuviel. Daß manche Imagines von Tachinen und Schlupfwespen durch Aufnahme von Arsen zugrunde gehen, ist mehrfach beobachtet worden. Forstmeister Reissig teilte mir brieflich mit, daß in erster Linie Dipteren dem Arsen zum Opfer fielen, sodann konnten zahlreiche kleine Braconiden tot auf den ausgelegten Tüchern gefunden werden. Dagegen scheinen Tachinenlarven, die in vergifteten Raupen leben, nicht unter dem Gift zu leiden. Wolff beobachtete wiederholt, daß aus vergifteten toten Raupen gesunde Tachinenmaden schlüpften; es konnte auch in den letzteren kein Arsen festgestellt werden. Nach dem gleichen Autor bleiben auch die Schlupfwespenlarven von dem vom Wirtstier aufgenommenen Gift unberührt. Es ist dies daraus zu erklären, daß, wie die chemischen Analysen zeigen, das Gift sich fast ausschließlich im Darmkanal befindet, während jene Parasitenlarven in der Leibeshöhle leben, von deren Säften sich nährend.

---

[1]) Stellwaag, F., Der Gebrauch der Arsenmittel im deutschen Pflanzenschutzdienst. Berlin (P. Parey) 1926.

[2]) In Südafrika kommt der Verfütterung getöteter Heuschrecken eine große Bedeutung zu. Es war daher notwendig, die durch Arsenköder vergifteten Tiere auf ihren Arsengehalt zu untersuchen. Im Durchschnitt wurde bei 50 Heuschrecken 1 mg ($= \frac{1}{1000}$ g) festgestellt; ein Pfund Heuschrecken enthielt 15 mg As_2O_5. So konnte eine Verfütterung der vergifteten Heuschrecken unbedenklich vorgenommen werden (Stellwaag).

Bezüglich der Wirkung des Arsens auf Raubinsekten teilt Wolff mit, daß die im Bestäubungsgebiet gesammelten Puppenräuber *(Calosoma)* keine nachweisbaren Arsenmengen enthielten, und daß an den Waldameisen, die „schwer zur Aufnahme des Arsens zu bewegen" seien, nirgends Schädigungen eingetreten sind. Gerade Gegenteiliges bezüglich der Ameisen berichtet mir Forstmeister Reissig. Nach ihm war die Wirkung des Arsens auf die Ameisen eine sehr starke. Er teilt einen Fall mit, in dem 2 Tage nach der Betäubung 30 tote Raupen, 45 tote Baumläuse *(Lachnus)* und 50 tote Ameisen auf den Probetüchern (4 qm) lagen.

Als weitere Nützlinge, die durch das Arsen getötet wurden, nennt Reissig: Schildwanzen, Spinnen und Coccinellidenlarven.

Zweifellos sind auf diesem Gebiet noch viele Fragen zu lösen, und es wird sich lohnen, spezielle Untersuchungen hierüber anzustellen.

Eine unbestreitbare Gefahr bedeutet die Arsenbestäubung für die Bienen, die sehr empfindlich gegen Arsen sind; liegt doch die tödliche Dosis schon bei etwa 0,0005 mg! Bei den verschiedenen Bestäubungen sind denn auch Verluste von Bienenvölkern zu beklagen gewesen, wenn auch manche an anderen Krankheiten eingegangene Völker bei den Entschädigungsansprüchen mit eingeschmuggelt worden sein mögen. Die betroffenen Imker sind in den meisten Fällen mehr als reichlich entschädigt worden.

Nachdem die Gefahr für Bienen erkannt ist, sind wir aber in der Lage, die Bienenschäden zu vermeiden.

Welche Verbreitung die Flugzeugbekämpfung in den wenigen Jahren seit der ersten Bestäubung, also in etwa 5 Jahren, genommen hat, geht daraus hervor, daß, wie oben bereits gesagt, bis Ende 1929 in Deutschland annähernd 27000 ha bestäubt wurden, und zwar hauptsächlich gegen Nonne und Spanner, vereinzelt auch gegen die Eichenwickler.

Nach den dabei gewonnenen Erfahrungen[1]) ergibt sich, daß wir in der Arsenbestäubung mittels Flugzeug eine sehr aussichtsreiche Methode besitzen, den unsere Wälder immer mehr bedrohenden Schädlingskatastrophen wirksam entgegentreten zu können.

Glänzende Erfolge wurden gegen Nonne, Frostspanner, Lophyrus und Eichenwickler erzielt. In der Spannerbekämpfung liegen die Verhältnisse nicht so eindeutig günstig, und man wird sich heute noch zuweilen mit Teilerfolgen begnügen müssen.

Mit besonderem Nachdruck sei hier nochmals betont, daß es heute nicht mehr so sehr auf die Auswahl der Mittel ankommt, welche dank der unermüdlichen Arbeit unserer Industrie in den letzten Jahren auf eine sehr hohe Stufe in ihrer Wirkung gebracht wurden und sich bezüglich ihrer Eignung nur noch unwesentlich unterscheiden, als vielmehr auf die Gewissen-

[1]) Über die technischen Einzelheiten bezüglich der Vorbereitung und Durchführung der Bestäubung, wie der Herstellung von Beflugskarten, der Markierung der zu befliegenden Flächen mit Flaggen (Ausflaggung, Abb. 59), ferner der Tageszeit und Witterung, bei welcher geflogen werden kann, der Menge des zu stäubenden Giftes, der Höhe und Richtung des Fluges, der Tagesleistung eines Flugzeuges (im Höchstfall 150 ha bei günstigsten Bedingungen), endlich der Beobachtung des Bestäubens und Feststellung der Wirkung kann in der oben (S. 82, Fußnote 2) genannten Flugschrift Auskunft erholt werden.

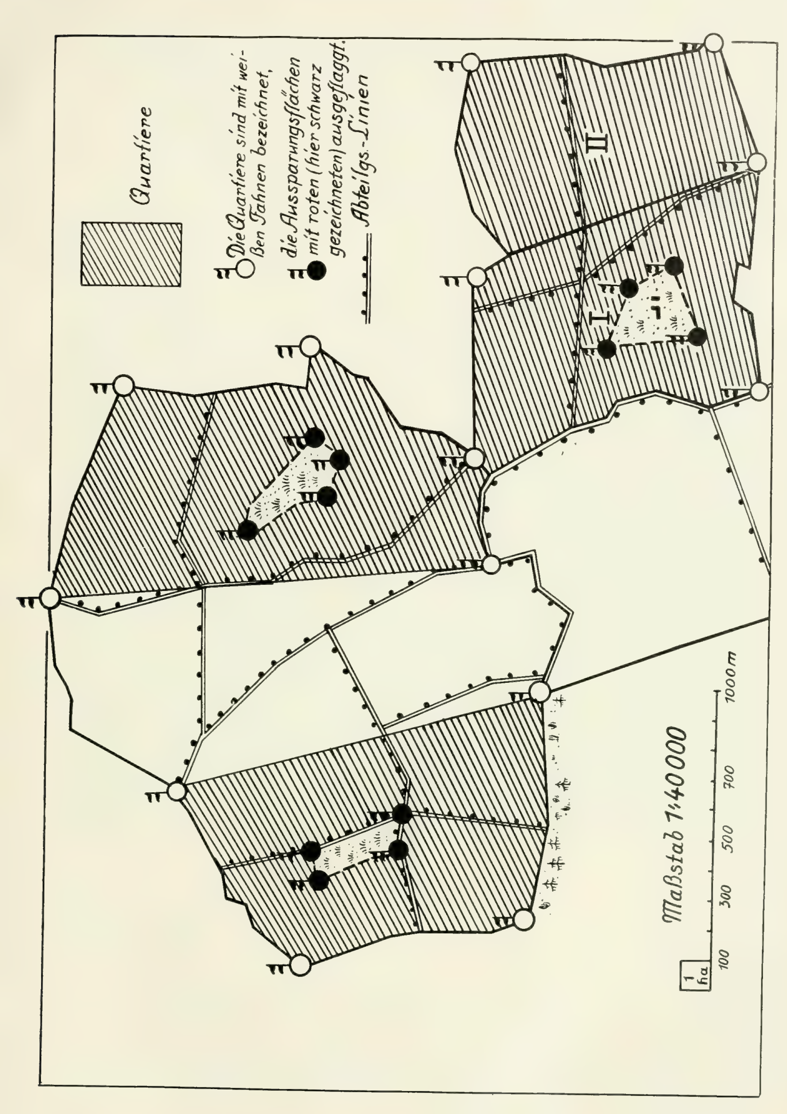


Abb. 59. Beispiel einer Beflugskarte. Nach Escherich.

haftigkeit der technischen Ausführung der Bestäubung. Die Forstbehörde hat deshalb vor allem darauf zu sehen, daß der Beflug nur dann stattfindet, wenn die äußeren Umstände (Witterungsverhältnisse usw.) eine günstige Aussicht auf Erfolg bieten. Es ist besser, eine geringere Zahl von Hektar gründlich bestäuben zu lassen, als eine größere Zahl unter Nichtbeachtung elementarer Bedingungen.

Ein Haupthindernis für die Flugzeugmethode besteht in ungünstigen Witterungsverhältnissen, durch sie kann der Erfolg wesentlich herabgedrückt werden. Ist es doch die Voraussetzung einer guten gleichmäßigen Bestäubung, daß möglichst Windstille herrscht oder nur ganz schwache Winde (2—3 sek./m) vorhanden sind. Selbstverständlich ist auch bei Regenwetter ein Beflug völlig nutzlos[1]).

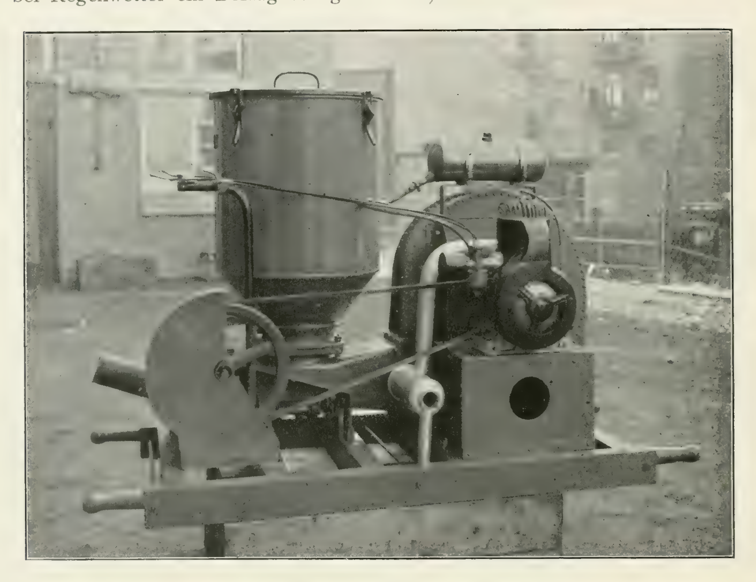


Abb. 60. Motorpulververstäuber „Platz", Modell 1928.

Motor- und Handverstäuber.

Als technisches Hilfsmittel zum Verstäuben des Giftstaubes im Walde kommt außer dem Flugzeug noch der Motorverstäuber in Betracht, durch den der Giftstaub vom Boden aus in die Kronen geblasen wird.

Die Erfahrungen über die Anwendung des Motorverstäubers sind noch geringer als die Erfahrungen über die Flugzeugmethode. Doch sind die

[1]) Wie sehr die Flugzeugbestäubung durch ungünstiges Wetter beeinflußt werden kann, haben wir selbst bei den ersten größeren Bestäubungen in Bayern (Forstamt Ensdorf) erlebt, wo an 44 Tagen nur 9 Tage geeignet waren zum Beflug. (s. Escherich, K., Die Flugzeugbekämpfung im bayerischen Forstamt Ensdorf. — Forstwiss. Centralbl. 1926).

meisten Versuchsansteller zu dem Ergebnis gekommen, daß die Verwendung des Motorverstäubers im Forst durchaus aussichtsreich ist, vor allem da, wo kleinere Insektenherde zu bekämpfen sind. Somit stellt der Motorverstäuber eine Ergänzung zum Flugzeug dar.

Es sind heute schon eine ganze Reihe von Motorverstäubern im Gebrauch[1]), die alle im Prinzip mehr oder weniger übereinstimmen: Durch einen Motor wird ein Ventilator betrieben, in dessen Luftstrom der Giftstaub von einem zentrisch darüber angebrachten zylindrischen Tank fällt. Mit Luft gemischt wird der Staub zunächst durch einen dicken Gummischlauch und dann eventuell noch durch ein längeres oder kürzeres Aufsteckrohr nach außen geführt (Abb. 60—63).

Je nach der Stärke des Motors bzw. des durch den Ventilator erzeugten Luftstroms und den herrschenden Windverhältnissen schwankt die Reichweite der Giftwolke. Durchschnittlich wird dieselbe bei den heutigen Apparaten (mit 6 PS) bei 20—25 m Höhe ihr Ende haben. Nur unter ganz besonders günstigen Bedingungen können größere Höhen erreicht werden. Die vertikale Reichweite liegt bei günstigsten Wind- und Waldverhältnissen etwa bei



Abb. 61. Holders Motorpulververstäuber „Sulfia" auf 3 Rädern.

[1]) Ich nenne hier den Pulververstäuber „Platz" (Modell 1929) der Firma Carl Platz, Rheinische Maschinenfabrik, Ludwigshafen a. Rhein, ferner Holders Motor-Pulververstäuber „Sulfia" der Firma Gebr. Holder in Metzingen (Württemberg). Das letztere Modell scheint wegen seiner Leichtigkeit und großen Wendigkeit für den Gebrauch im Walde besonders geeignet. Endlich haben auch einige der den Giftstaub herstellenden chemischen Firmen eigene Motorverstäuber bauen lassen, wie die der Firmen Gebr. Borchers in Goslar und Schering-Kahlbaum in Berlin; der Scheringsche Verstäuber wird durch Motorkraft fortbewegt.

30—40 m, im allgemeinen ist mit 15—20 m zu rechnen, so daß man also in diesen Abständen den Wald zu durchfahren hat.

Die Durchschnittsleistung eines Motorverstäubers liegt bei dem Modell Platz 1929 etwa bei 500 kg Giftstaub pro Tag, unter besonders günstigen Be-

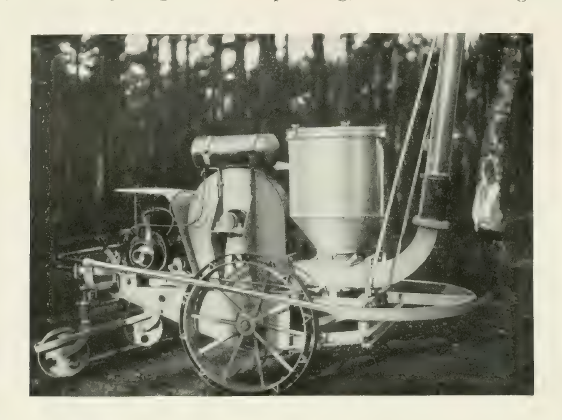


Abb. 62. Selbstfahrender Motorverstäuber der Firma Schering-Kahlbaum.

dingungen (oder bei Verbesserung des Verstäubers) kann dieselbe noch gesteigert werden, etwa auf ca. 700—800 kg pro Tag[1]).

Gegenüber der Flugzeugmethode bietet der Motorverstäuber eine Reihe von Vorzügen, die Schotte folgendermaßen zusammenfaßt: „Bei der Bestäubung von unten mittels Motorverstäuber dringt das Pulver von unten in die Kronen ein, wird normalerweise in den Kronen eine Zeitlang gehalten und sinkt dann ab. Es passiert also die Kronen zweimal, einmal beim Aufstieg, das zweite Mal beim Absinken. Die Flugzeugbestäubung kennt nur die zweite Phase. Das Passieren der Kronen geschieht aber beim Motorzerstäuber oft noch häufiger, indem das absinkende Pulver dicht unterhalb der Kronen häufig nochmals ein auftreibendes Moment erhält."

„Mit dem Motorzerstäuber kann man bis auf die Mittagszeit praktisch den ganzen Tag stäuben (während das Flugzeug gewöhnlich nur in den Morgen- und Abendstunden arbeiten kann). Man kann ferner auch bei aufsteigenden und relativ lebhaften horizontalen Luftströmungen arbeiten, weil die Massen der Kronen die Luftströmungen bremsen. Wenn das Pulver erst einmal in den Kronen ist, wird es von diesen festgehalten. Oberhalb des Waldes herrschen viele stärkere Luftströmungen als in dem Walde, deshalb muß das Flugzeug schon bei geringeren Windstärken zu arbeiten aufhören als der Motorzerstäuber."

„Die Geschwindigkeit des Zerstäubers beträgt etwa 6 km die Stunde. Es ist verständlich, daß dadurch die Möglichkeit sorgfältigen Arbeitens ge-

[1]) Schotte, Herbert, Bericht über die Bekämpfung des Kiefernspanners in den Forsten Lüderitz und Schnöggersburg mittels „Meritol" durch Pulverzerstäuber. Als Manuskript vervielfältigt. Schering-Kahlbaum, Berlin 1929.

geben ist. Man kann viel kleinere Komplexe mit dem Motorzerstäuber bestreuen als mit dem Flugzeug. Die Dosis ist leichter zu variieren, und stark befallene Baumgruppen können stärker belegt werden. Kurzum, die Motorzerstäubertechnik gestattet ein individuelleres Arbeiten und damit bis zu einem bestimmten Grade eine bessere Ausnutzung des Streugutes. Hinzu kommt noch, daß bei der Flugzeugmethode der Erfolg von der Geschicklichkeit und Gewissenhaftigkeit des Piloten abhängt, während beim Arbeiten mit dem Motorverstäuber das Forstpersonal selbst ‚das Geschick in der Hand hat'."

Vergleichen wir die Durchschnittsleistungen der Flugzeuge mit denen der Motorverstäuber, so berechnet Schotte nach den Erfahrungen, die bei den Bestäubungen in Lüderitz und Schnöggersburg mit Motorverstäubern gemacht wurden, daß die Durchschnittsleistung eines Flugzeuges etwa der von 2 Zerstäubern, und nur im günstigsten Fall der Leistung von 5 Zerstäubern entsprach.

Damit soll nicht gesagt sein, daß der Motorverstäuber das Flugzeug zu ersetzen hat. Das Flugzeug wird bei ausgedehnten Flächen nicht zu ersetzen sein. Die Parole lautet nicht: „Mit Flugzeug oder Motorverstäuber", sondern „mit Flugzeug und Motorverstäuber" gegen die Zerstörer unserer Wälder! Je nach Größe, Lage und Beschaffenheit der befallenen Bestände ist die Entscheidung, welches der beiden Verfahren einzusetzen ist, zu fällen. Auch können in ein und demselben Gebiet die beiden Verfahren gleichzeitig eingesetzt werden, in dem Sinne, daß mit dem Motorverstäuber die für das



Abb. 63. Der Motorverstäuber in Tätigkeit. Aus dem Film Moderne Schädlingsbekämpfung (aufgen. von Gustav Escherich).

Flugzeug schwer zugänglichen Orte bearbeitet oder die vom Flugzeug aus irgendwelchen Gründen nur schwach bestäubten Stellen nachgebessert werden.

Weniger günstig spricht sich Schwerdtfeger[1]) über die Wirkung des Motorverstäubers aus. „Zwischen Flugzeugbestäubung und Bodenbestäubung besteht ein grundsätzlicher Unterschied hinsichtlich der Art und Weise, wie das Giftmittel auf die Nadeln gelangt. Bei der Flugzeugbestäubung, die im Idealfall bei Windstille, möglichst aber nur bei ganz geringen Windstärken in den frühen Morgen- und Abendstunden ausgeführt wird, sinkt die Giftwolke kraft ihrer Schwere nach unten, die einzelnen Staubkörnchen legen sich auf die Nadeln. Der Motorverstäuber kann nur bei Wind arbeiten; der Staub wird nach oben geblasen, vom Wind erfaßt und seitwärts durch die Baumkronen getrieben; die Staubkörnchen wehen gegen die Nadeln. In dem einen Fall ist also die Schwerkraft, im andern der Wind das Agens, welche das Gift den Nadeln zuführt.

„Es scheint nun, daß im letzteren Falle häufig Luftströmungen und Wirbel entstehen, die das Gift nicht an die Nadeln gelangen lassen, so daß also beim Durchziehen der Wolke durch den Bestand Gift sich nicht in nennenswertem Maße absetzen kann. Nur die Randbäume an den vom Verstäuber befahrenen Wegen werden mit genügend Arsen belegt werden können, da hier die Teilchen mit einem gewissen Druck aus dem Rohr gegen die Nadeln geschleudert und angepreßt werden." Eine Reihe von Versuchen zeigten, daß dem Motorverstäuber tatsächlich eine nur geringe Tiefenwirkung zukommt, und Schwerdtfeger glaubt denn auch die Mißerfolge der Spannerbekämpfung mit dem Motorverstäuber in der Letzlinger Heide hauptsächlich auf diesen Umstand zurückführen zu sollen." Für den hohen Wald dürften die Bedenken Schwerdtfegers wohl gerechtfertigt sein; im niederen Stangenholz dagegen wird die Staubwolke meist beträchtlich über das Kronendach hinausgeblasen, so daß sie letzteres zweimal passiert, worauf ja oben bereits hingewiesen wurde.

Wir stehen in der Giftbekämpfung der Forstschädlinge noch im Anfangsstadium, und es ist anzunehmen, daß die nächste Zeit uns noch wesentliche Fortschritte bringen wird, nicht nur in bezug auf die Verbesserung des Streuapparates, sondern vielleicht auch in bezug auf das Gift. Vor allem ist anzustreben, daß das Arsen durch ein für Warmblüter weniger gefährliches Präparat ersetzt wird. In dieser Beziehung scheint das von der Firma E. Merck-Darmstadt hergestellte Kontaktgift „Forestit" einen erfreulichen Fortschritt zu bedeuten.

8. Das System der Lepidopteren.

„Einer rationellen phylogenetischen Systematik stellen sich ganz enorme Schwierigkeiten entgegen, Schwierigkeiten innerer und äußerer Natur. Letztere liegen in erster Linie in der meist unzulänglichen, oft erstaunlich laienhaften Bearbeitung und in dem Umstande, daß das Material infolge

---

[1]) In einer während der Korrektur erschienenen Arbeit: „Beobachtungen und Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Kiefernspanners während des Fraßjahres 1929 in der Letzlinger Heide". Zeit. f. Forst- u. Jagdw. 1930.

seiner ‚Schönheit' und des hohen Preises vieler Stücke nur schwer für gründliche morphologische Untersuchung zu haben ist. Man müßte ja viele Stücke ihres Schmuckes berauben, und das vermeiden die Sammler ängstlich! Erstere liegen in dem Umstande, daß das Gros der Lepidopteren aus (geologisch) jungen Formen besteht, wo Gruppen höheren Ranges eben noch nicht scharf geschieden sind. Die Zwischenformen sind vielfach noch vorhanden. Wir sehen viele Reihen in der Entwicklung irgendeines Organes von der tiefen Stufe zur höchsten Spezialisation (Mundteile, Raupenform, Puppenform, Flügelgeäder, Beine, Fühler usw.) aufsteigen. Aber diese Spezialisationen ‚kreuzen' sich so mannigfaltig, daß es sehr schwer ist, Verwandtschaft und Konvergenz zu scheiden. Dazu kommt noch, daß die Spezialisierung sehr oft in einer Reduktion besteht. Da nun die meisten ‚Systeme' nur auf Grund eines oder des anderen Merkmales errichtet sind, kommt es natürlich zu sehr verschiedenen Systemen, und man kann gerade bei dieser scheinbar so gut bekannten Ordnung mit Heymons behaupten: Es gibt noch kein allgemein angenommenes System" (Handlirsch).

Es ist deshalb durchaus nicht verwunderlich, daß wir in der entomologischen Literatur eine ganze Reihe verschiedener Systeme finden, ja, daß beinahe jeder Autor eines größeren systematischen Werkes sein eigenes Schmetterlingssystem hat. Es ist jedoch nicht zu bestreiten, daß, nachdem durch Herrich-Schäfer, Zeller, Heinemann, Wocke u. a. um die Mitte des vorigen Jahrhunderts eine Abkehr von den früheren gänzlich unwissenschaftlichen Einteilungsprinzipien[1]) eingeleitet worden war, in den letzten Dezennien durch die immer mehr die gesamte Morphologie berücksichtigenden Arbeiten die Schmetterlingssystematik ganz wesentliche Fortschritte im Sinne eines phylogenetischen Systems gemacht hat. Wie aus den verschiedenen, unten angegebenen Systemen zu ersehen ist, stimmen die neueren Autoren einerseits in wesentlichen Punkten mehr oder weniger überein, wie über die Auffassung der sog. „Kleinschmetterlinge", die heute nicht mehr wie früher nur die kleinen Formen enthalten; andererseits aber existieren doch auch noch recht große Meinungsverschiedenheiten, wie z. B. bezüglich der Stellung der Hesperiiden oder über die Abgrenzung

---

[1]) Schon die Haupteinteilung des alten Systems nach der Größe der Schmetterlinge in Klein- und Großschmetterlinge konnte keinen Anspruch auf wissenschaftliche Begründung machen. Der Weg, der durch diese Einteilung eingeschlagen war, führte zu ganz unmöglichen Kombinationen, wie der Stellung der Sesien und Cossiden zu den Schwärmern oder Spinnern usw. Das alte System, das bis ins letzte Drittel oder teilweise noch bis zu Ende des vorigen Jahrhunderts allgemein in den Lehrbüchern Geltung hatte, war kurz folgendes:

I. Großschmetterlinge (Macrolepidopteren):
Familie *Rhopalocera* (Tagfalter),
„ *Sphingidae* (Schwärmer),
„ *Bombycidae* (Spinner),
„ *Noctuidae* (Eulen),
„ *Geometridae* (Spanner).

II. Kleinschmetterlinge (Microlepidopteren oder kurz Micros):
Familie *Pyralidae* (Zünsler),
„ *Tortricidae* (Wickler),
„ *Tineidae* (Motten),
„ *Micropterygidae* (Kleinflügel-Motten),
„ *Pterophoridae* (Geistchen),
„ *Alucitidae* (Federmotten).

einzelner systematischer Kategorien usw. Von den vielen Autoren, die sich in der letzten Zeit mit der Schmetterlingssystematik beschäftigt und zur Aufstellung eines besonderen Systems gekommen sind, möchte ich hier nur folgende nennen: Börner, Handlirsch, Hering, Heymons und Spuler.

Von allen imaginalen Merkmalen kommt den Flügeln die wichtigste Bedeutung zu, in erster Linie der Ausbildung des Flügelgeäders. Je größer die Zahl der Adern und je mehr das Geäder der beiden Flügel übereinstimmt, desto altertümlicher sind die Formen. Sodann wird der Art der Verbindung von Vorder- und Hinterflügel (ob dieselbe durch ein vom Vorderflügel ausgehendes Jugum [„Jugatae"] oder vom Hinterflügel ausgehendes Frenulum [„Frenatae"] geschieht) hoher systematischer Wert beigelegt; ebenso auch dem Vorhandensein von winzigen Stacheln auf der Flügelmembran, worin ein altertümliches Merkmal erblickt wird. Das gleiche gilt für das Vorhandensein von nur einer Geschlechtsöffnung im weiblichen Geschlecht; Börner gründet darauf die Einteilung der Schmetterlinge in 2 große Gruppen: die Monotrysia (mit 1 Geschlechtsöffnung) und die Ditrysia (mit 2 Geschlechtsöffnungen).

Von imaginalen Charakteren spielen sonst die Fühler (gekeult oder nicht gekeult) eine höhere Rolle in der Systematik, in der neuesten Zeit wurde auch (vor allem von Börner) das Tympanalorgan systematisch ausgewertet.

Von den Raupenmerkmalen ist in erster Linie die verschiedene Bewaffnung der Bauchfüße zu nennen, d. h. ob Kranzfüße oder Klammerfüße vorhanden sind. Die ersteren stellen zweifellos ein primitiveres phylogenetisches Merkmal gegenüber den Klammerfüßen dar. Mit wenigen Ausnahmen fällt die Kranzfüßigkeit der Raupen mit dem Vorhandensein eines reichen Geäders (vor allem das Vorkommen der Analis) der Imagines zusammen („Kleinschmetterlinge"). Wo das nicht der Fall ist, dürfen wir wohl die abweichende Fußbildung als sekundäre Anpassungserscheinung betrachten und die Entscheidung über die systematische Stellung nach dem Geäder treffen (z. B. bei den Zygaenen oder Hesperiiden). Auch noch andere Raupenmerkmale, wie die Art der Behaarung, die Stellung der Borsten, das Vorkommen eines Endhornes usw. werden systematisch berücksichtigt, wenn auch in engeren Grenzen als die Bildung der Bauchfüße.

Schließlich finden wir auch an der Puppe Merkmale, die höhere systematische Bedeutung besitzen: wo die Hinterleibsringe mit Dörnchenreihen besetzt sind (mit deren Hilfe sich die Puppe beim Schlüpfen aus ihrer Wiege herausarbeitet), liegen meist altertümliche Formen vor (Börner).

Im folgenden gebe ich einige der neueren Systeme wieder, aus denen ohne weiteres hervorgeht, wie sehr noch alles im Fluß ist.

System der Lepidopteren nach Börner 1925–1929[1]).

1. Unterordnung: *Monotrysia* Börner 1925

♀ mit einheitlicher Genito-Analöffnung im 9. (bzw. 10.) Abdominalring; diese führt sowohl in die Bursa copulatrix wie in den Ovidukt. Puppen stets mit Stachelreihen, beim Schlüpfen aus Kokon hervortretend. Keine Gehörorgane.

[1]) Für die liebenswürdige Überlassung dieser Übersicht sei Herrn Kollegen Börner auch an dieser Stelle herzlichst gedankt.

1. Alle 3 Thorakaltergite wohlentwickelt. Mundteile der Imago verkümmert, vom mandibulaten Typus abzuleiten (wie bei 3). Flügelgeäder primitiv, beide Flügelpaare mit Analis und fünfästigem Radius. Raupen mit kranzförmig angeordneten Bauchfußkrallen:

1. Familienreihe: Hepioloidea Börner.

1. Fam.: Hepiolidae.

1'. Pronotum rudimentär.

2. ♀ mit freiliegenden Analklappen (zweiteiliges Endsegment); Eilegeapparat kurz:

2. Familienreihe: Micropterygoidea Börner.

3. Mit Kaumandibeln, kein Rüssel. Flügelgeäder ähnlich 1. Raupen freilebend, mit abdominalen Stiftbeinen:

2. Fam.: Micropterygidae.

3'. Mit Saugrüssel. Flügel ± lanzettlich. Flügelgeäder spezialisiert, Hinterflügel mit ungeteiltem Radius. Raupen minierend.

4. Flügelhaut wie bei 1 und 3 auf ganzer Fläche mit feinen Stachelhärchen. Raupen am 2. und 3. Brust- und 2.—7. Hinterleibsring mit krallenlosen Bauchfußstummeln:

3. Fam.: Nepticulidae.

4'. Flügelhaut nur am Vorderflügel zwischen Radius und Cubitus unterseits mit Stachelhärchen. Raupen 16füßig mit krallentragenden Bauchfußstummeln:

4. Fam.: Tischeridae.

2'. ♀ mit helm- oder spießförmigem Hinterleibsende und verdeckten Analklappen; Eilegeapparat verlängert, tief einziehbar:

3. Familienreihe: Eriocranioidea Börner.

5. 7. Abdominalsegment bei ♂ und ♀ normal, Bauchplatte des 8. Segments beim ♀ zugespitzt. Flügel ähnlich 3. Raupen minierend, beinlos:

5. Fam.: Eriocraniidae.

5'. Bauchplatte des 7. Abdominalsegmentes beim ♀ stark verlängert. Flügeladerung wie unter 3' angegeben.

6. Rücken- und Bauchplatte des 7. Abdominalsegments quergestutzt; 8. Segment wie bei 5. Raupen mit krallentragenden Bauchfüßen, jung minierend, später in Sack:

6. Fam.: Incurvariidae.

6'. Rücken- und Bauchplatte des 7. Abdominalsegmentes beim ♀ lang zugespitzt; 8. und 9. Segment versteckt.

7. Raupen ähnlich denen von 6, in an beiden Enden offenen Säcken:

7. Fam.: Adelidae.

7'. Raupen beinlos, minierend:

8. Fam.: Heliozelidae.

2. Unterordnung: *Ditrysia* Börner 1925

♀ mit getrennter Öffnung der Bursa copulatrix im 8. Abdominalsegment. Bursa copulatrix mit Ovidukt durch einen feinen Samengang verbunden. Eileiter und After münden im 9. (bzw. 9. + 10.) Hinterleibsring.

1. Falter ohne Gehörorgane.

2. Hinterflügel mehr als doppelt so lang wie breit (wenn breiter, dann fingerig geteilt oder es sind die Raupen „kranzfüßig" und zugleich die Puppen mit abdominalen Stachelreihen versehen: Nr. 6', 10', 17). Raupen (mit Ausnahme von Nr. 17') „kranzfüßig" (Kleinschmetterlinge).

3. Puppen mit abdominalen Stachel- oder Dörnchenreihen, sich beim Schlüpfen aus dem Kokon hervorschiebend (wie bei den Monotrysia):
4. Raupen in Säcken:

4. Familienreihe: Psycheoidea Börner.

5. Brustbeine der Raupen getrennt. Achselblatt des Vorderflügels unterseits mit Stachelkamm. ♂ und ♀ geflügelt:

9. Fam.: Teichobiidae.

5'. Brustbeine der Raupen mit paarweise verwachsenen Hüften.
6. Achselblatt des Vorderflügels mit Stachelkamm (wie bei 5). ♀ zum Teil flügellos. Mesoscutellum normal:

10. Fam.: Talaeporiidae (inkl. Lypusidae).

6'. Achselblatt ohne Stachelkamm. ♀ stets ungeflügelt. Mesoscutellum beim ♂ auffallend groß:

11. Fam.: Psychidae.

4'. Raupen nicht in Säcken; bohrend, minierend oder spinnend.
7. ♀ mit verlängertem Legeapparat. Achselblatt des Vorderflügels stets mit Stachelkamm:

5. Familienreihe: Tineoidea Börner.

8. Kopf mit Längsnaht auf der Stirn:

12. Fam.: Tineidae (inkl. Monopidae, Oenophilidae, Ochsenheimeriidae, Acrolepidae, Glyphipterygidae).

8'. Kopf ohne Längsnaht.
9. Flügelfläche ± gleichmäßig beschuppt.
10. Halskragen schmal:

13. Fam.: Orthotelidae (inkl. Euplocamidae).

10'. Halskragen doppelt, sehr breit:

14. Fam.: Cossidae.

9'. Flügelfläche bis auf Rand und Adern glasig durchscheinend:

15. Fam.: Aegeriidae (Sesiidae).

7'. ♀ mit kurzem Legeapparat:

6. Familienreihe: Gracilarioidea Börner.

11. Achselblatt des Vorderflügels unterseits mit Stachelkamm. Flügel lanzettlich.
12. Raupen 14 füßig:

16. Fam.: Gracilariidae.

12'. Raupen beinlos:

17. Fam.: Phyllocnistidae.

11'. Achselblatt ohne Stachelkamm. Raupen 16 füßig.
13'. Flügel breit oval:

18. Fam.: Tortricidae.

13'. Flügel schmal lanzettlich:

19. Fam.: Bucculatrigidae.

3'. Puppen ohne Stachelreihen, -hülle beim Schlüpfen im Kokon verbleibend:

7. Familienreihe: Gelechioidea Börner.

14. Achselblatt des Vorderflügels unterseits mit normalem Stachelkamm.
15. Kopf mit Scheitelnähten:

20. Fam.: Hyponomeutidae (inkl. Elachistidae, Heliodinidae, Lyonitidae).

15'. Kopf ohne Scheitelnaht:

21. Fam.: Gelechiidae (inkl. Momphidae).

14'. Achselblatt ohne (selten mit rudimentärem) Stachelkamm.
16. Vorderflügel an der Hinterkante unterseits mit „Haftfeld" (schmales Feld anliegender Stachelchen). Flügel ± lanzettlich, ungeteilt:

22. Fam.: Scythridiidae (inkl. Cemiostomidae, Coleophoridae).

16'. Vorderflügel ohne „Haftfeld", Flügel meist ± tief eingeschnitten.
17. Beine mittellang. Vorder- und Hinterflügel 6fingerig. Raupen erwachsen „kranzfüßig":

23. Fam.: Orneodidae.

17'. Beine sehr lang. Hinterflügel ungeteilt oder 3fingerig. Raupen „klammerfüßig":

24. Fam.: Pterophoridae.

2'. Hinterflügel doppelt so lang wie breit oder breiter. Puppen meist ohne Stachelreihen, andernfalls Raupen „klammerfüßig" (nicht kranzfüßig). (Großschmetterlinge.)
18. Achselblatt des Vorderflügels unterseits mit Stachelkamm. Alle Flügel mit Analisader. Puppen mit Dörnchenreihen an den Hinterleibsringen, beim Schlüpfen aus Kokon hervortretend. Krallen der Bauchfüße der Raupen, wenn vorhanden, einreihig angeordnet und ziemlich gleich lang. Kopf der Raupen in Vorderbrust rückziehbar:

8. Familienreihe: Anthroceroidea Börner.

19. Raupen mit bekrallten Bauchfüßen. Halskragen des Falters doppelt:

25. Fam.: Anthroceridae (Zygaenidae) (inkl. Heterogynidae).

19'. Raupen ohne Bauchfüße, am 1.—7. Hinterleibsring mit hufeisenförmiger Saugscheibe. Halskragen einfach:

26. Fam.: Cochlidiidae.

18'. Achselblatt des Vorderflügels ohne Stachelkamm. Flügel ohne oder mit rudimentärer Analisader. Krallen der Bauchfüße der Raupen alternierend kürzer und länger. Kopf der Raupe nicht einziehbar.
20'. Fühler gekämmt und behaart, nicht keulig endend:

9. Familienreihe: Bombycoidea Börner.

21. Puppen mit stumpfem Hinterleibsende. Falter mit walzlichem Hinterleib, oft dicht pelzig. Bombycina.
22. Vorderflügel unterseits an der Hinterkante mit „Haftfeld" (vgl. unter 16). Puppe wie bei 23':

27. Fam.: Lasiocampidae.

22'. Vorderflügel ohne „Haftfeld".
23. Puppen wie bei 18 mit Dörnchenreihen, aus Kokon beim Schlüpfen hervortretend:

28. Fam.: Endromididae.

23'. Puppe ohne Dörnchenreihen, -hülle im Kokon zurückbleibend.

24. Fühler doppelt gekämmt, die beiden Kammzahnreihen einander zugeneigt:

29. Fam.: Bombycidae (Lemoniidae).

24'. Kammzahnreihen der Fühler einander gegenüberstehend:

30. Fam.: Saturniidae.

21'. Puppen und Falter mit zugespitztem, spindelförmigem Hinterleib. Sphingidina.

25. Bauchfüße der Raupen mit kranzförmig angeordneten Krallen:

31. Fam.: Thyrididae.

25'. Raupen mit „Klammerfüßen":

32. Fam.: Sphingidae.

20'. Fühler endwärts keulenförmig verdickt oder verbreitert, unbehaart:

10. Familienreihe: Papilionidea Börner (= Rhopalocera).

26. Raupen mit kranzförmig angeordneten Bauchfußkrallen. Kopf des Falters hinter den Augen scharfkantig gestutzt. Hesperidina:

33. Fam.: Hesperidae.

26'. Raupen mit „Klammerfüßen". Kopf hinten gerundet. Papilionina.

27. Vorderschienen des Falters mit Schienblatt. Stets 6 Laufbeine. Hinterflügel ohne ax_2-Ader:

34. Fam.: Papilionidae.

27'. Vorderschienen ohne Schienblatt. Hinterflügel stets mit ax_2-Ader.

28. ♂ und ♀ mit 6 Laufbeinen:

35. Fam.: Pieridae.

28'. ♂ nur mit 4 Laufbeinen, Vorderbeine in Putzpfoten mit 1 gliedrigem Fuß verwandelt.

29. ♀ mit 6 Laufbeinen:

36. Fam.: Lycaenidae (inkl. Erycinidae).

29'. ♀ wie ♂ nur mit 4 Laufbeinen:

37. Fam.: Nymphalidae.

1'. Falter mit Gehörorganen am Grunde des Hinterleibes. Puppen stets ohne Stachelreihen. Analisader im Vorderflügel fehlend oder rudimentär. Achselblatt des Vorderflügels stets ohne Stachelkamm.

30. Gehörorgan zum 2. oder 1. und 2. Hinterleibsring gehörig. Krallen der Bauchfüße der Raupen alternierend kürzer oder länger:

11. Familienreihe: Pyraloidea Börner.

31. Gehörorgan in der Bauchplatte des 2. Hinterleibsringes. 1. Hinterleibsring normal. Pyralina.

32. Raupen mit kranzförmig angeordneten Bauchfußkrallen. Hinterflügel mit Analisader:

38. Fam.: Pyralidae.

32'. Raupen klammerfüßig. Hinterflügel ohne Analisader:

39. Fam.: Geometridae (inkl. Brephidae).

31'. Seitenteile des 1. Hinterleibsringes aufgeblasen, innenseits das Trommelfell tragend.

33. Raupen „kranzfüßig", ohne Nachschieber:

40. Fam.: Drepanidae.

33'. Raupen „klammerfüßig", mit Nachschiebern:

41. Fam.: Cymatophoridae.

30'. Gehörorgan an Grenze von Brust und Hinterleib, mit inneren Schallhöhlen im Diaphragma. 1. Hinterleibsring seitlich mit einem Grübchen, das oft im Haarpelz oder hinter einem „Ohrläppchen" versteckt liegt. Raupen „klammerfüßig", mit 1 reihig angeordneten, meist ziemlich gleichlangen Krallen. Analisader fehlend oder rudimentär:

12. Familienreihe: Noctuoidea Börner.

34. Seitenwand des 1. Hinterleibsringes aufgebläht, darauf freiliegend das Stigma. Analiswurzel im Vorderflügel ohne Stachelkamm. Arctiina.

35. Vorderflügel unterseits an der Hinterkante mit „Haftfeld". Hinterflügel groß:

42. Fam.: Arctiidae (inkl. Nolidae).

35'. Vorderflügel ohne „Haftfeld", Hinterflügel sehr klein:

43. Fam.: Syntomidae.

34'. 1. Hinterleibsstigma in der äußeren Gehörgrube, nicht freiliegend. Noctuina.

36. 2. Medialast im Vorderflügel inmitten des 3. und 1. oder letzterem genähert aus Mittelzelle entspringend. Gehörorgan schwach entwickelt. Raupen ohne Haarglättungsdrüsen:

44. Fam.: Notodontidae (inkl. Thaumatopoeidae).

36'. 2. Medialast im Vorderflügel näher dem 3. als dem 1. aus Mittelzelle entspringend. Gehörorgan stark entwickelt.

37. Analiswurzel im Vorderflügel ohne Stachelkamm.

38. Raupen mit je 1 trichterförmigen, ausstülpbaren, nackten Warze (Haarglättungsdrüse) auf dem Rücken des 5. und 7. Hinterleibsringes:

45. Fam.: Lymantriidae.

38'. Raupen ohne Haarglättungsdrüsen:

46. Fam.: Hypenidae.

37'. Analiswurzel im Vorderflügel unterseits mit Stachelkamm. Raupen wie bei 38':

47. Fam.: Noctuidae (inkl. Nycteolidae).

System der Lepidopteren nach Handlirsch (1925).

1. Unterordnung: *Jugatae* Comstock.

Radius der Hinterflügel mehrästig, Vorderflügel mit einem Jugum, Geschlechtsöffnung beim Weibchen einfach. Mandibeln manchmal noch vollkommen entwickelt, meist aber schon reduziert. Saugrüssel höchstens in den Anfängen vorhanden. Puppe mit fast ganz freien Gliedern, außerdem mit Dornen an den Segmenten.

Familie: Micropterygidae Comstock.

Kleine mottenartige Tiere. Bei den freilebenden Raupen alle Abdominalsegmente mit Beinen.

Familie: Hepialidae Steph.

Mittelgroße bis große Tiere. Raupen nur mit 5 Abdominalbeinen.

2. Unterordnung: *Frenatae* Comstock.

Radius der Hinterflügel auf eine einzige Ader reduziert. Das Jugum der Vorderflügel fehlt. Rüssel mehr oder weniger ausgebildet oder sekundär rückgebildet. Geschlechtsöffnung beim Weibchen mit wenigen Ausnahmen doppelt (Ostium vaginae und Ostium bursae).

1. Überfamilie: Tineoidea Handl. (Mottenartige).

Familie: Tineidae Leach (Motten).

Vorwiegend kleine Tiere mit in der Regel schmalen, langen, mehr oder weniger zugespitzten oder lanzettförmigen Flügeln.

Gruppe: Tineidae aculeatae Steph.

Kleine fixe Stacheln auf der Flügelfläche. Weibliche Genitalöffnung einfach. 4 Unterfamilien.

Gruppe: Acanthopleona (Börner) Handl.

Flügelmembran ohne fixe Stacheln. Weibchen mit 2 Genitalöffnungen. Zahlreiche Unterfamilien.

Familie: Tortricidae Steph. (Wickler).

Im allgemeinen kleine Tiere mit breiteren, meist nicht zugespitzten Flügeln. Hinterflügel fast immer breit, mit 3 Analadern. (3 Unterfamilien).

Familie: Psychidae Boisd. (Sackträger).

Weibchen stark modifiziert, immer flügellos und oft auf das Larvenstadium reduziert. Raupen mit Sack. Raupen mit Kranzfüßen. Puppen mit Dornreihen.

Familie: Cossidae Walk. (Holzbohrer).

Mittelgroße bis große Tiere. Im Vorderflügel und Hinterflügel *m*-Stamm fast immer gut erhalten. Hinterflügel mit 3 Analadern. Raupe mit Kranzfüßen, Puppe mit Dornreihen.

Familie: Sesiidae Steph. (Glasflügler).

Mittelgroße Tiere mit schmalen Flügeln, diese fast stets zum großen Teil durchsichtig. *m*-Stamm der Vorderflügel fehlt. Hinterflügel mit 3 Analadern. Raupe mit Kranzfüßen, Puppe mit Dornreihen.

Familie: Limacodidae Walk.

Mittelgroße Tiere, stark behaart und breitflügelig. *m*-Stamm erhalten. Raupen mit stark reduzierten Abdominalbeinen, mehr oder weniger schneckenähnlich. Puppe mit kleinen Dörnchen besetzt.

2. Überfamilie: Pyralidina Meyr.

Im Flügelgeäder ist der *m*-Stamm erloschen, Raupen mit Kranzfüßen, Puppen meist ohne Dornen.

Familie: Pyralididae Led. (Zünsler).

Kleinere bis mittelgroße Tiere mit schlankem Körper und relativ großen Flügeln. Hinterflügel breit mit vergrößertem Analteil, in dem meist alle 3 Adern erhalten sind.

Familie: Pterophoridae Zll. (Geistchen).

Flügel in der Regel in schmale Lappen oder „Federn" geteilt. Raupen plump, behaart, freilebend, mit langen Bauchfüßen, deren Krallen im Halbkreis stehen, Puppen mit Längsreihen großer Dornfortsätze.

Familie: Orneodidae Meyr. (Federmotten).

Kleine Tiere mit breiten, in je 6 Federn gespaltenen Flügeln. Raupen mit Kranzfüßen. Puppen ohne Dornen.

3. Überfamilie: Zygaeninae Comst.

Der *m*-Stamm des Flügelgeäders fast immer vorhanden, Analis in beiden Flügeln erhalten. Raupe mit Klammerfüßen, Puppen mit Dornreihen.

Familie: Zygaenidae Leach.

Meist kleinere bis mittelgroße, recht bunte Tiere. Fühler meist schwach keulig oder beim Männchen gekämmt. Puppe mit Dornen in steifem, dichtem Kokon.

4. Überfamilie: Macrofrenatae (Heym.) Handl.

In diese Überfamilie vereinigt Handlirsch alle höheren Heteroceren, bei denen die Analis fast immer reduziert ist und zugleich die Raupen Klammerfüße besitzen, und deren Puppen fast immer (Ausnahme: *Endromis*) unbedornt sind.

Familie: Endromididae Meyr. (Birkenspinner).

Größere, breitflügelige, stark behaarte Tiere mit eigenartiger Zeichnung. Rüssel reduziert, Taster klein, Fühler beim Männchen und Weibchen gekämmt. *m*-Stamm und Analis sehr undeutlich. Hinterflügel mit reduziertem Frenulum. Raupe schwach behaart, schwärmerähnlich, mit Höcker auf Segment 8. Puppe mit mehreren Reihen kurzer, starker Dornen.

Familie: Lasiocampidae Waterh. (Glucken).

Meist größere, dickleibige und behaarte breitflügelige Tiere. Rüssel mehr oder weniger reduziert. *m*-Stamm und Analis reduziert. Hinterflügel mit reduziertem Frenulum. Raupen behaart, mit 5 Paar Klammerfüßen. Puppe hart.

Familie: Sphingidae Comst. (Schwärmer).

Große, kräftig gebaute Tiere, mit dickem Thorax und schlanken, dreieckigen Flügeln. Rüssel meist sehr lang, immer aber gut entwickelt, Fühler verschieden, im Querschnitt kreisförmig und dreieckig. *m*-Stamm und Analis reduziert. Raupen nackt, fast immer mit Horn auf Segment 8. Puppe frei, hart.

Familie: Bombycidae (Leach) Handl. (Spinner).

Vorwiegend große, breitflügelige Tiere, meist bunt gezeichnet. Rüssel mehr oder weniger reduziert, Fühler beim Männchen immer, beim Weibchen meist, aber kürzer, gekämmt. Raupen verschieden, selten stark behaart, oft mit borstigen Höckern oder Dornfortsätzen. Puppe fast immer im Kokon.

Mit den Unterfamilien: *Thaumatopoeinae* (Prozessionsspinner), *Bombycidae* s. str. (Seidenspinner) und *Saturniinae* (Nachtpfauenaugen).

Familie: Notodontidae Steph.

Vorwiegend mittelgroße, einfach gefärbte Tiere, mit kurzem Rüssel, gekämmten Fühlern (beim Weibchen manchmal nur bewimpert). *m*-Stamm selten teilweise erhalten, Analis nicht voll entwickelt. Hinterflügel mit Frenulum. Raupen mehr oder weniger kahl, mit Klammerfüßen, von denen das letzte Paar (Nachschieber) oft fehlt und durch eigenartige Anhänge ersetzt ist. Puppe hart.

Familie: Noctuidae (Steph.) Handl. (Eulenartige).

In dieser Familie faßt Handlirsch alle Familien zusammen, die mit den „Eulen" und „Bären" verwandt sind. Als gemeinsame Charaktere werden angegeben: Kein Chaetosema, m_2 näher m_3 als m_1, *sc* der Hinterflügel nie einfach frei vom *r* divergent, sondern wenigstens ein Stück angelagert oder mehr oder weniger weit verschmolzen. Frenulum vorhanden, Abdomen mit Tympanalorgan.

Unterfamilie: Arctiinae Hdl. (Bären).

Mittelgroße, meist bunte Tiere. *sc* der Hinterflügel auf weitere Strecke mit dem *r* anastomierend. Raupen fast immer stark behaart.

Unterfamilie: Syntominae Swinh.

Kleinere bis mittelgroße bunte Tiere mit oft teilweise unbeschuppten Flügeln, *sc* der Hinterflügel ganz mit *r* verwachsen. Raupen mit Haarbüscheln.

Unterfamilie: Liparidinae Handl.

Meist mittelgroße oder größere Tiere mit breiten, einfach gezeichneten Flügeln und oft weitgehender Geschlechtsverschiedenheit. *sc* der Hinterflügel im Bereich der Zelle mit *r* anastomisierend, proximal davon eine deutliche Zelle bildend. Tympanalorgan vorhanden wie bei den Arctiinen. Raupen oft mit Haarpinseln. Puppe ziemlich hart, im Kokon.

Unterfamilie: Noctuinae Handl. (Eulen).

Mittelgroße bis große Tiere von ziemlich übereinstimmender Form. *sc* der Hinterflügel höchstens an der Basis mit *r* eine kleine Zelle bildend, dann für kurze Strecke anastomisierend. Tympanalorgan am Abdomen vorhanden. Raupen nur relativ selten stärker behaart, meist nackt und mit 5 Paar Klammerfüßen versehen, manchmal die ersten 1—2 Paare verkümmert.

Familie: Geometridae Handl. (Spanner).

Mittelgroße Tiere mit im Verhältnis zum Leib großen Flügeln. *sc* der Hinterflügel meist nur an der Basis durch Brücke mit *r* verbunden oder kurz anastomisierend. Raupen schlank, nur 1 Paar Bauchfüße auf Segment 7 und die Nachschieber vorhanden.

5. Überfamilie: Hesperioidea Walk. (Dickköpfe).

Einzige Familie:

Familie: Hesperiidae Steph.

Mittelgroße Tiere mit kräftigem Leib. Fühler gekeult. *m*-Stamm und Analis fehlt. Raupen fein behaart oder fast kahl. Bauchfüße mit in Kreisen oder einer Ellipse stehenden Krallen (Kranzfüße). Puppe etwas dünnhäutig, ohne Dornreihen.

6. Überfamilie: Rhopalocera Spul. (Tagfalter).

Einzige Familie:

Familie: Papilionidae Leach.

Mittelgroße bis große, vorwiegend bunte Tagfalter mit im Verhältnis zum Leib großen Flügeln. Fühler stets mit Endkeule, nie gekämmt. Raupen verschieden, kahl oder behaart, mit Klammerfüßen. Puppe fest.

System der Lepidopteren nach Hering (1926).

1. Microlepidoptera oder „Kleinschmetterlinge“.

Decken sich zum größten Teil mit dem Begriff der „*Stemmatoncopoda*“ (ausgenommen die Megalopygiden und Zygaeniden). Die Analis im Hinterflügel vorhanden, wenn nicht die Flügel so außerordentlich klein sind, daß eine weitgehende Reduktion aller Adern vor sich gegangen ist.

Hepialidae und Micropterygidae. Beide Familien im Vorderflügel und Hinterflügel mit annähernd gleichem Geäder, Flügel durch ein Jugum verbunden.

Akuleate Tineiden. Flügelmembran mit Stacheln besetzt, Weibchen meist mit einer Genitalöffnung. Mit 5 Familien.

Nicht akuleate Tineiden. Flügel ohne Stacheln. Weibchen mit 2 Genitalöffnungen. Mit 10 Familien.

Tortricidae. Geäder vollständig, Raupen in zusammengewickelten Blättern. Wickler.

Cossidae. Geäder dem der Tortriciden recht ähnlich, weist viele ursprüngliche Merkmale auf. Raupen xylotroph.

Aegeriidae (Sesien). Media basal und Vorderflügel-Analis reduziert, Flügel sehr schmal, Raupen ebenfalls Holzfresser.

Psychidae. Adern relativ vollständig, sehr mannigfaltig. Weibchen flügellos, oft stark rückgebildet. Sackträger.

Limacodidae. Geäder vollständig. Raupen freilebend, modifiziert, oft Nacktschnecken ähnlich.

Pyralididae. Geäder ziemlich vollständig, basale Media erloschen. Raupe mit Kranzfüßen.

Pterophoridae. Vorderflügel meist in zwei, Hinterflügel in drei Federn zerspalten. Raupen frei lebend. Federmotten oder Geistchen.

Orneodidae. Flügel noch mehr zerspalten, Raupen endophag.

Zygaenidae. Geäder vollständig, Raupen frei lebend, mit Klammerfüßen.

Zur Veranschaulichung der stammesgeschichtlichen Verhältnisse gibt Hering folgende

Übersichts-Tabelle.

Satyrid.
Nymphal.
Libyth.
Erycin.
Lycaen.
Papilion.
Pierid.
Hesper.

Noctuid.
Arctiid.
Lymantr.
Lasioc.
Endrom.
Bombycid.

Diopt.
Notodont.
Geometr.

Sphingid.
Saturn.

[1]) ——— [1])

Heterogyn.
Zygaen.
Psych.
Megalop.
Limacod.

Orneod.
Pteroph.
Thyrid.
Pyral.

Cemiost.
Lyonet.
Elach.
Gelech.
Momph.
Coleophor.
Hyponom.

Aeger.
Cossid.
Castn.
Tortric.

Nepticul.
Tischer.
Heliozel.
Incurv.

Gracilar.
Glyphipt.
Teichob.
Ochsenh.

Tineidae

Hepialidae-Micropterygidae.

[1]) Grenze zwischen „Groß"- und „Kleinschmetterlingen".

2. Macrolepidoptera oder „Großschmetterlinge".

Analis im Hinterflügel (und meist auch im Vorderflügel) fehlend, Raupen meist mit Klammerfüßen, deckt sich zum größten Teil mit dem Begriff der „*Harmoncopoda*".

Endromididae. Media basal und Analis noch angedeutet. Birkenspinner.

Lasiocampidae. Analis und basale Media ganz verschwunden, Frenulum wie bei den vorigen rückgebildet. Glucken.

Noctuidae, Arctiidae, Lymantriidae und **Syntomididae.** Analis und basale Media fehlt, zweiter Media-Ast näher dem dritten als dem ersten, also relativ hinten stehend.

Geometridae. Zweiter Media-Ast näher dem ersten oder in der Mitte, Raupen mit teilweise verkümmerten Bauchfüßen. Spanner.

Bombycidae. Analis spurweise angedeutet. Zweiter Media-Ast dem ersten genähert. Seidenspinner.

Notodontidae, Drepanidae. Media wie bei den vorigen. Analis erloschen. Raupen meist mit normalen Bauchfüßen.

Saturniidae. Frenulum primär fehlend. Zweiter Media-Ast wie bei den vorigen. Nachtpfauenaugen.

Sphingidae. Flügel schmal, die hinteren stark verkleinert, Raupen meist mit Horn auf Segment 8. Schwärmer.

Bei den folgenden fehlt stets das Frenulum:

Hesperiidae. Alle Flügeladern aus der Zelle. Raupen mit Kranzfüßen. Dickköpfe.

Rhopalocera. Adern zum Teil gestielt, Fühler keulenförmig, Raupen meist mit Klammerfüßen. Tagfalter.

System der Lepidopteren nach Heymons (1915).

1. Unterordnung: Jugatae.

Vorderflügel mit einem Jugum.

Mit 3 Familien:

Familie *Micropterygidae*.
„ *Eriocephalidae*.
„ *Hepialidae* (Wurzelfalter).

2. Unterordnung: Frenatae.

Hierher sämtliche Schmetterlinge, die kein Jugum mehr besitzen. An Stelle des Jugum meist ein Frenulum an den Hinterflügeln.

1. Tribus: Kleinschmetterlinge, Microfrenatae, Stemmatoncopoda.

Raupen mit geschlossenen Hakenkränzen an den Bauchfüßen.

Familie *Cossidae* (Holzbohrer).
„ *Aegeriidae* oder *Sesiidae* (Glasflügler).
„ *Limacodidae* oder *Cochlididae* (Schildmotten).
„ *Tineidae* (Echte Motten).
„ *Psychidae* (Sackspinner).
„ *Orneodidae* (Geistchen).
„ *Tortricidae* (Wickler).
„ *Pyralidae* (Zünsler).
„ *Hesperiidae* (Dickkopffalter).

2. Tribus: Großschmetterlinge, Macrofrenatae, Harmoncopoda.

Raupen fast stets mit Klammerfüßen (nur in seltenen Ausnahmefällen mit Kranzfüßen).

1. Familienreihe: Opisthoneura.

Die 5. Ader (m_2) der Vorderflügel steht im Zusammenhang mit der hinter ihr befindlichen 4. Längsader, oder doch wenigstens in ursprünglicher Beziehung.

Familie *Arctiidae* (Bärenspinner).
„ *Zygaenidae* (Widderchen).
„ *Lasiocampidae* (Glucken).
„ *Lymantriidae* (Trägspinner).
„ *Drepanidae* (Sichelflügler).
„ *Endromiidae* (Birkenspinner).
„ *Noctuidae* (Eulen).
„ *Cymatophoridae* (Wollrückenspinner).
„ *Syntomididae*.

2. Familienreihe: Enantioneura.

Die 5. Längsader (m_2) der Vorderflügel gehört zum System der vor ihr befindlichen 6. Längsader.

A. Heterocera.

Familie *Notodontidae* (Zahnspinner).
„ *Thaumetopoeidae* oder *Cnethocampidae* (Prozessionsspinner).
„ *Pterophoridae* (Federmotten).
„ *Bombycidae* (Spinner).
„ *Saturniidae* (Nachtpfauenaugen).
„ *Geometridae* (Spanner).
„ *Sphingidae* (Schwärmer).

B. Rhopalocera, Tagfalter.

Familie *Nymphalididae*.
„ *Papilionidae*.

System der Lepidopteren bei Imms (A general Textbook of Entomology, 1924).

1. Unterordnung: Homoneura.

Geäder im Vorderflügel und Hinterflügel ziemlich übereinstimmend, in beiden *r* mit mehreren Ästen.

Familie *Micropterygidae*.
„ *Hepialidae*.

2. Unterordnung: Heteroneura.

Geäder in Vorderflügel und Hinterflügel verschieden, im Hinterflügel *r* auf 1 Ast reduziert.

Überfamilie: Tineina.

Mit den Familien: *Sesiidae* und *Tineina vera*.

Überfamilie: Tortricina.

Mit den Familien: *Cossidae* und *Tortricidae*.

Überfamilie: Pyralidina.

Mit den Familien: *Pyralidae*, *Pterophoridae* und *Orneodidae*.

Überfamilie: Psychina.

Mit den Familien: *Psychidae*, *Cochlidiidae* und *Zygaenidae*.

Überfamilie: Lasiocampina.

Mit den Familien: *Drepanidae*, *Lasiocampidae* und *Endromiidae*.

Überfamilie: Papilionidae.

Mit den Familien: *Nymphalidae*, *Lycaenidae*, *Pieridae*, *Papilionidae* und *Hesperiidae*.

Überfamilie: Notodontinae.

Mit den Familien: *Sphingidae, Thaumetopoeidae, Notodontidae, Geometridae, Saturniidae* und *Bombycidae.*

Überfamilie: Noctuinae.

Mit den Familien: *Syntomidae, Arctiidae, Noctuidae* und *Lymantriidae.*

System der Lepidopteren bei Wolff und Krauße.

(Die forstlichen Lepidopteren, 1922.)

I. Subordo: *Jugatae.*

Mit den Familien: *Micropterygidae, Eriocraniidae* und *Hepialidae.*

II. Subordo: *Frenatae.*

I. Sectio: Coronofrenatae.

1. Tribus: Tineaemorpha.

Hierher alle *Tineidae* (s. lat.), ferner die *Aegeriidae (Sesiidae)* und *Psychidae.*

2. Tribus: Tortricimorpha.

Hierher *Tortricidae, Cossidae.*

3. Tribus: Pyralimorpha.

Hierher *Pyralidae, Pterophoridae* und *Orneodidae.*

II. Sectio: Nudifrenatae.

4. Tribus: Cochlidimorpha.

Hierher 1 Familie: *Cochlididae.*

III. Sectio: Semicoronofrenatae.

5. Tribus: Zygaenomorphae.

Mit der Familie: *Anthroceridae (= Zygaenidae).*

6. Tribus: Arctiaemorpha.

Hierher *Arctiidae* (s. l.), *Lithosiidae, Syntomidae, Nycteolidae (= Cymbidae).*

7. Tribus: Geometraemorpha.

Mit der Familie: *Geometridae.*

8. Tribus: Noctuaemorpha.

Mit der Familie: *Noctuidae.*

9. Tribus: Bombycimorpha.

Hierher: *Bombycidae, Lymantriidae, Thaumetopoeidae, Lasiocampidae, Endromididae, Drepanidae, Saturnidae* und *Notodontidae.*

10. Tribus: Sphingimorpha.

Mit der Familie: *Sphingidae.*

11. Tribus: Grypoceromorpha.

Mit der Familie: *Hesperiidae.*

12. Tribus: Rhopaloceromorpha.

Mit den Familien: *Papilionidae, Pieridae, Satyridae, Nymphalididae* und *Lycaenidae.*

Das hier angewandte System der Lepidopteren.

Die Frage, zu welchem System ich mich hier entscheiden sollte, war nicht leicht. Einerseits mußte den neueren wissenschaftlichen Erkenntnissen Rechnung getragen, andererseits aber auch der Umstand berücksichtigt

werden, daß das Buch für die Praxis bestimmt ist (was zu einer möglichsten Einfachheit des Systems drängt). Der ersteren Forderung suchte ich dadurch gerecht zu werden, daß ich bei der Einteilung in Hauptgruppen den Gesichtspunkten, in denen die meisten Autoren übereinstimmen, folgte (z. B. bei der Definition der Begriffe „Klein-" und „Großschmetterlinge"), der zweiten Forderung dadurch, daß ich, wo irgend angängig, Zusammenziehungen vornahm, z. B. mehrere Gruppen, die in den neuen Systemen als Familien gelten, als Unterfamilien betrachtete und sie zu einer Familie vereinigte. So habe ich die zahlreichen Familien, in die heute die „Motten" zerlegt sind, als ebenso viele Unterfamilien in eine Familie, Tineidae, zusammengezogen. Ich glaubte dies um so leichteren Herzens tun zu können, als auch Handlirsch, dem als Systematiker eine ungeheure Erfahrung und ein feines Gefühl zur Verfügung steht, das gleiche (wenn auch unter Vorbehalt) getan hat. Andererseits habe ich auch (ebenfalls aus Rücksicht auf die Praxis) verschiedentlich Gruppen, die von manchen Autoren als Unterfamilien betrachtet werden, den Rang von selbständigen Familien gegeben (z. B. die Noctuiden, Lymantriiden und Arctiiden, die bei Handlirsch und anderen als Unterfamilien der Familie *Noctuidae* figurieren).

So kam folgendes System zustande, das sich sowohl mit den heutigen wissenschaftlichen Erkenntnissen, als auch mit den Wünschen der Praxis wenigstens einigermaßen vereinbaren lassen dürfte.

1. Unterordnung: Microlepidoptera oder „Kleinschmetterlinge" (Polyneura).

Hinterflügel mit 3 Innenrandadern *(an, ax_1 und ax_2)*, selten (bei stark verschmälerten Hinterflügeln und überhaupt stark reduziertem Geäder) nur mit 2; *an* der Vorderflügel meist erhalten. Wo die Raupen nicht mehr als 5 Paar Bauchfüße (inkl. Nachschieber) besitzen, sind diese Kranzfüße (mit ganz wenig Ausnahmen, wie die Zygaeniden).

Vorderflügel mit Jugum *(Jugatae)*	Familie	*Micropterygidae*	
	,,	*Hepialidae* (früher bei den Großschmetterlingen).	
Vorderflügel ohne Jugum, Hinterflügel meist mit Frenulum *(Microfrenatae)*	,,	*Tineidae* (s. l.)	
	,,	*Tortricidae*	
	,,	*Cossidae*	im alten System bei den Großschmetterlingen
	,,	*Sesiidae*	
	,,	*Psychidae*	
	,,	*Limacodidae*	
	,,	*Zygaenidae*	
	,,	*Pyralidae*	
	,,	*Pterophoridae*	
	,,	*Orneodidae*	

2. Unterordnung: Macrolepidoptera oder „Großschmetterlinge" (Oligoneura).

Hinterflügel mit 2, seltener nur mit 1 Innenrandader, *an* im Hinterflügel immer atrophiert oder höchstens in Spuren erhalten, ebenso im Vorderflügel. Raupen fast immer mit Klammerfüßen (2—5 Paare).

Fühler verschieden: einfach borsten- od. fadenförmig, gesägt oder gekämmt, nur selten schwach keulenförmig, Hinterflügel meist mit Frenulum *(Macrofrenatae)*	Familie *Geometridae*	
	„ *Noctuidae*	
	„ *Arctiidae*	im alten System als Spinner, *Bombycidae*, zusammengefaßt
	„ *Lymantriidae*	
	„ *Endromididae*	
	„ *Lasiocampidae*	
	„ *Bombycidae*	
	„ *Notodontidae* (mit *Thaumetopoea*)	
	„ *Cymatophoridae*	
	„ *Drepanidae*	
	„ *Saturnidae*	
	„ *Sphingidae*	
Fühler mit ausgesprochener Endkeule, Hinterflügel stets ohne Frenulum	„ *Hesperiidae (Grypocera)*	früher auch als *Rhopalocera* zusammengefaßt
	„ *Papilionidae (Rhopalocera)*	

In folgendem sei eine Bestimmungstabelle der hier aufgeführten Familien gegeben:

Tabelle der hier behandelten Familien.

1. Im Hinterflügel *r* mit mehreren freien Ästen, Vorderflügel mit Jugum *(Jugutae)* (Abb. 64 A) 2
— Im Hinterflügel *r* nur einästig, Vorderflügel ohne Jugum, Hinterflügel meist mit Frenulum (Abb. 64 B) 3
2. Falter groß, Länge des Vorderflügels immer über 10 mm. Raupen mit 5 Paar Bauchfüßen . . . . *Hepialidae*
— Falter klein, Länge des Vorderflügels stets weit unter 10 mm. Bei frei lebenden Raupen alle Abdominalsegmente mit Bauchfüßen, bei den minierenden die Bauchfüße stark reduziert . . . . . *Micropterygidae*

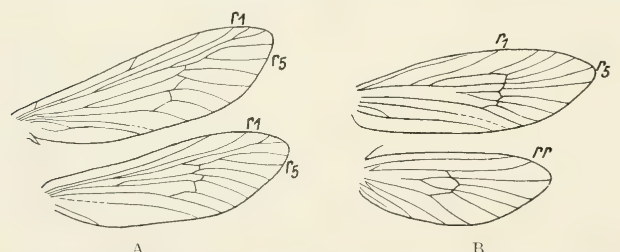
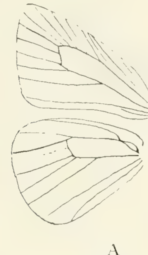
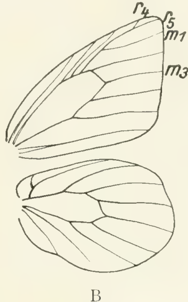


Abb. 64. A Flügel eines Hepialiden (*r* im Hinterflügel mehrästig, Vorderflügel mit Jugum), B Flügel eines Tineiden (*r* im Hinterflügel einästig, Hinterflügel mit Frenulum). Nach Handlirsch.

3. Fühler mit ausgesprochener Endkeule. Hinterflügel stets ohne Frenulum. Flügel im Verhältnis zum Leib groß 4
— Fühler verschieden, einfach borsten- oder fadenförmig, gesägt oder gekämmt, nur ganz selten schwach gekeult, dann Hinterflügel meist mit Frenulum 5

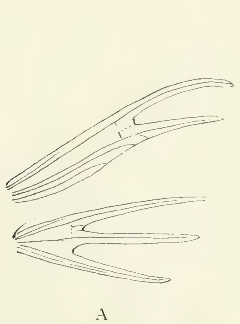
4. Alle Adern frei aus der Zelle entspringend (Abb. 65 A) . . . . *Hesperiidae*
— Im Vorderflügel eine oder mehrere Adern gestielt (Abb. 65 B) . *Papilionidae*
5. Flügel durch tiefe Einschnitte in eine Anzahl (2—6) „Federn" geteilt (Abb. 66) 6
— Flügel ungeteilt 7

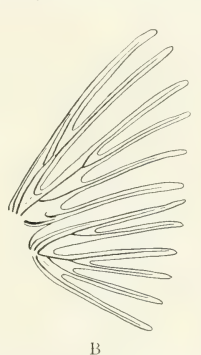




A B

Abb. 65. A Flügel eines Hesperiiden (alle Adern entspringen frei aus der Zelle), B Flügel eines Papilioniden (einige Adern gestielt). Nach Handlirsch.





A B

Abb. 66. A Flügel eines Pterophoriden (Vorderflügel in 2, Hinterflügel in 3 Federn gespalten), B Flügel eines Orneodiden (beide Flügel in je 6 Federn gespalten). Nach Handlirsch.

6. Jeder Flügel in 6 Federn gespalten (Abb. 66 B) . . . . *Orneodidae*
— Vorderflügel in 2, Hinterflügel in 3 Federn gespalten (Abb. 66 A) *Pterophoridae*
7. Hinterflügel meist mit 3 Innenrandadern. Analis der Vorderflügel meist erhalten (Abb. 67 A), Raupen (mit Ausnahme der Zygaeniden) meist mit Kranzfüßen (*Microfrenatae*) 8
— Hinterflügel mit 2, seltener nur mit 1 Innenrandader, *an* stets atrophiert. Ebenso im Vorderflügel *an* reduziert (Abb. 67 B). Raupen meist mit Klammerfüßen (*Macrofrenatae*) 15
8. Flügelfläche fast stets zum größten Teil unbeschuppt. *m*-Stamm der Vorderflügel fehlt, Frenulum auffallend. Raupen Holzfresser. Puppe mit Dornreihen . . . . *Sesiidae (Aegeriidae)*

— Flügel fast stets auf der ganzen Fläche beschuppt 9

9. Große Formen (mit 6—9 cm Spannweite). *m*-Stamm der Vorderflügel meist vorhanden. Raupen Holzfresser, Puppe mit Dornreihen . *Cossidae*

— Mittelgroße bis kleinste Formen 10

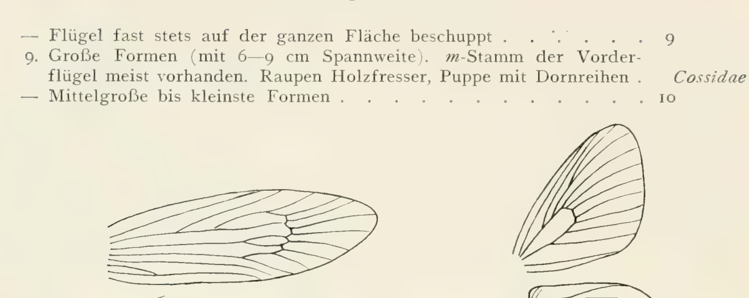


Abb. 67. A Flügel eines Microfrenaten *(Tinea)* (Hinterflügel mit 3 Innenrandadern *an*, ax_1 und ax_2, auch im Vorderflügel die *an* erhalten), B Flügel eines Macrofrenaten *(Lasiocampa)* (Hinterflügel nur mit 2 Innenrandadern, ax_1 und ax_2, im Vorderflügel fehlt die *an*. Nach Handlirsch.

10. Weibchen ungeflügelt und vielfach madenförmig, Männchen mit dünn beschuppten Flügeln, zuweilen mit netzartiger Gitterung der Vorderflügel. Mittlere bis kleine Tiere mit fast stets einfarbig gräulichen oder bräunlichen Flügeln (Männchen). Raupen Sackträger, Puppen mit Dornreihen . . . . *Psychidae*

— Weibchen geflügelt, Flügel stets dicht beschuppt 11

11. *sc* und *rr* der Hinterflügel meist frei und divergent (Abb. 68 A) oder nur an der Basis verschmolzen (oder wenigstens so dicht genähert, daß sie wie verschmolzen aussehen) oder durch Querader verbunden 12

— *sc* und *rr* der Hinterflügel zuerst getrennt, dann distal vom Ende der Zelle verschmolzen und dann weiterhin wieder getrennt (Abb. 68 B). *m*-Stamm der Vorderflügel erloschen, Vorderflügel gewöhnlich schmal dreieckig, Hinterflügel sehr breit . . . . *Pyralididae*

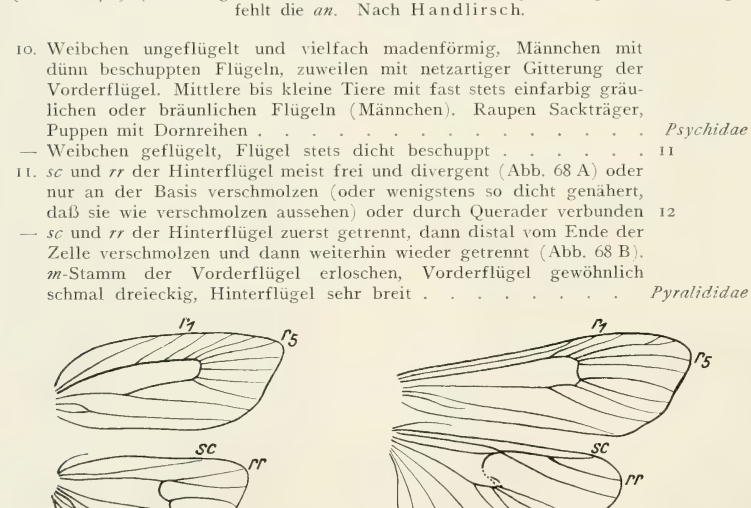


Abb. 68. A Flügel eines Tortriciden *(sc* und *rr* der Hinterflügel frei und divergent, Vorderflügel geschultert), B Flügel eines Pyraliden *(sc* und *rr* der Hinterflügel getrennt, dann verschmolzen und weiterhin wieder getrennt). Nach Handlirsch.

12\. Mittelgroße Falter mit mehr oder weniger plumpem Leib, m-Stamm der Vorderflügel vorhanden 13

— Kleine bis kleinste Falter, meist mit schlankem Leib. m-Stamm der Vorderflügel vorhanden oder fehlend 14

13\. Fühler sehr kurz, Falter stark behaart, breitflügelig, nachts fliegend. Grundfarbe braun. Raupen asselförmig . . . . *Limacodidae*

— Fühler lang, schwach gekeult (zuweilen gekämmt), Flügel schmal, meist sehr bunt gefärbt, bläulich oder grünlich und rot oder einfach metallisch grün. Am Tage fliegend. Raupe mit Klammerfüßen . . *Zygaenidae*

14\. Flügel meist schmal, lang, mehr oder weniger zugespitzt oder lanzettförmig (Abb. 67 A), meist mit breitem Fransensaum. m-Stamm oft mehr oder weniger deutlich vorhanden, gewöhnlich innerhalb der Zelle in einen gegabelten vorderen und einfachen hinteren Ast zerfallend (Abb. 67 A). Flügelmembran mit kleinen Dörnchen besetzt oder ohne solche. Taster der 1. Maxille oft noch erhalten, Taster der 2. Maxille fast stets gut entwickelt . . . . *Tineidae*

— Flügel meist breiter, geschultert, nicht zugespitzt (Abb. 68 A), niemals mit kleinen Stacheln auf der Flügelmembran. Fransen der Hinterflügel meist kürzer als die halbe Flügelbreite. m-Stamm der Vorderflügel erloschen. Taster der 1. Maxille reduziert, die der 2. Maxille gut ausgebildet . . . . *Tortricidae*

A B

Abb. 69. A Hinterflügel von *Cymathophora (sc* im Hinterflügel jenseits vom Zellende heruntergebogen und *rr* genähert), B Hinterflügel einer Saturnide *(sc* im Hinterflügel von *rr* stark divergierend).

15\. Fühler eigenartig, dick, nach der Basis und nach dem Ende verjüngt, oft kantig. Meist sehr große Formen mit dickem, nach hinten zugespitztem Hinterleib, Flügel schlank, Hinterflügel viel kürzer als die Vorderflügel. Rüssel und Taster vorhanden, ebenso Frenulum. Kein Chaetosema und kein Tympanalorgan. Raupen mit Horn am 8. Abdominalsegment . . . . *Sphingidae*

— Fühler einfach, dünn, gesägt oder gekämmt, auch in der Körper- und Flügelform von der vorigen abweichend 16

16\. m_2 der Vorderflügel ausgesprochen näher an m_1 entspringend als an m_3 oder in der Mitte zwischen den beiden letzteren Adern 17

— m_2 der Vorderflügel näher an m_3 entspringend (Abb. 67 B) . . . 21

17\. Im Hinterflügel *sc* jenseits vom Zellende heruntergebogen und an *rr* genähert (Abb. 69 A) . . . . *Cymathophoridae*

— Im Hinterflügel *sc* höchstens vor dem Zellende an den Zellvorderrand genähert, meist mit *rr* stark divergierend (Abb. 69 B), zuweilen ist aber *rr* stark an *sc* herangebogen 18

18\. Haftborste stets ganz fehlend, auch ihr Basalsockel fehlt (Abb. 69 B), Wurzel des Vorderflügels mit stark nach vorn vortretendem Vorderrand. Flügel immer mit Augenflecken . . . . *Saturniidae*

— Am Hinterflügel befindet sich eine Haftborste oder an der äußersten Wurzel des Vorderrandes eine stärker chitinisierte Stelle (Basalsockel); Vorderrand der Vorderflügel nicht stärker als normal an der Wurzel vortretend, nicht beide Flügelpaare mit Augenfleck auf der Querader 19

19. Im Hinterflügel *sc* an der Basis sehr stark gebogen, von der Basis geht meist ein kleiner Adersporn zur Basis des Frenulum, Haftborste fast stets vorhanden, Leib meist verhältnismäßig dünn, Flügel weich und zart. Chaetosema und großes Tympanalorgan an der Abdomenbasis vorhanden. Raupen nur mit 2 Paar Bauchfüßen (inkl. Nachschieber) . . . . *Geometridae*

— Im Hinterflügel ist *sc* entweder nur wenig an der Basis gebogen, ist sie es aber stärker, so geht doch von der Basis kein Aderstück nach dem Frenulum hin, dieses oftmals reduziert, so daß die Borsten fehlen können. Auch der Rüssel oft reduziert. Chaetosema und Tympanalorgan nie gleichzeitig vorhanden 20

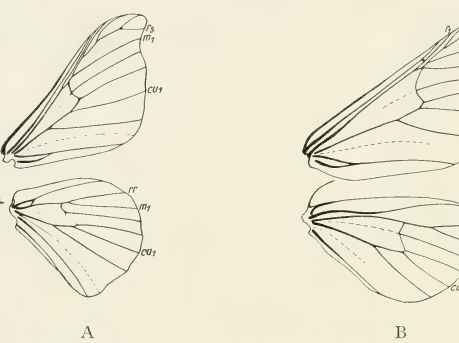


Abb. 70. A Flügel von *Bombyx mori* L. (r_5 an ihrem Ursprung weiter von m_1 entfernt als an der Mündung, daher die beiden Adern gegen den Saum immer konvergierend), B Flügel eines Notodontiden (r_5 und m_1 stets gegen den Saum hin parallel oder divergent).

20. Im Vorderflügel r_5 immer an ihrem Ursprung weiter von m_1 entfernt als an der Mündung, die beiden genannten Adern daher gegen den Saum immer konvergierend (Abb. 70 A) . . . *Bombycidae* (nur *Bomb. mori*)

— Im Vorderflügel r_5 und m_1 stets gegen den Saum hin parallel oder divergent (Abb. 70 B). Teilweise mit sehr eigenartig geformten Raupen. Im Hinterflügel *sc* und *rr* vom Zellende an in normaler Weise divergierend . . . . *Notodontidae* (inkl. *Thaumetopoea*)

21. Frenulum fehlend, Vorderrand der Hinterflügel an der Wurzel stärker nach vorn ausgebogen (Abb. 67 B). Tympanalorgan und Chaetosema fehlen 22

— Frenulum vorhanden, Tympanalorgan gut entwickelt, dagegen Chaetosema fehlend oder höchstens in Spuren 23

22. r_{2-5} gestielt, *sc* der Hinterflügel durch Querader mit *rr* verbunden (Abb. 71 A). Größere, breitflügelige, stark behaarte Tiere mit eigenartiger Zeichnung. Chaetosema fehlt. *m*-Stamm der Vorderflügel undeutlich erhalten, ebenso die Analis. Raupe schwach behaart, schwärmerähnlich, mit Höcker auf Segment 8. Puppe mit mehreren Reihen kurzer, starker Dornen . . . . *Endromididae*

— Nur r_2 und r_3 gestielt, *sc* der Hinterflügel mit *rr* am Ende der Zelle oder distal davon verbunden (Abb. 67 B u. 71 B). Größere, dickleibige behaarte, breitflügelige Tiere. Ohne Chaetosema und Tympanalorgan. *m*-Stamm und Analis der Vorderflügel erloschen. Raupen behaart, Puppe meist im Kokon . . . . *Lasiocampidae*

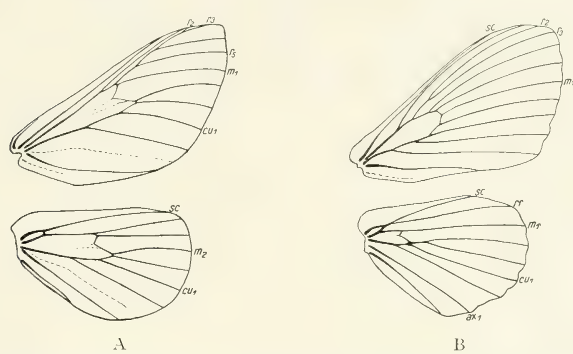


Abb. 71. A Flügel von *Endromis versicolora* L. (Frenulum fehlt, r_{2-5} gestielt, *sc* der Hinterflügel durch Querader mit *r* verbunden), B Flügel einer Lasiocampide (nur r_2 und r_3 gestielt, *sc* der Hinterflügel dem *rr* am Ende der Zelle genähert).

23. *sc* der Hinterflügel frei, nicht anastomisierend, höchstens außerhalb der Zelle etwas genähert (Abb. 72 A) . . . . *Drepanidae* pp.

— *sc* der Hinterflügel nie einfach frei vom *rr* divergierend, sondern wenigstens ein Stück weit aneinandergelagert oder mehr oder weniger weit verschmolzen (und dann scheinbar fehlend) oder (sehr selten) durch Querader verbunden 24

24. *sc* der Hinterflügel von der Basis an eine weitere Strecke mit *rr* anastomisierend, an der Basis keine größere Zelle einschließend.

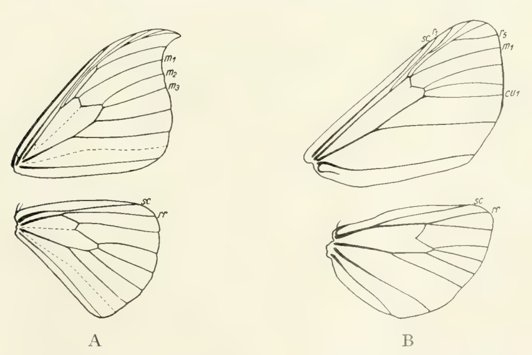


Abb. 72. A Flügel einer Drepanide (*sc* der Hinterflügel frei, nicht anastomisierend, distal vom Zellende dem *rr* genähert), B Flügel eines Arctiiden (*sc* der Hinterflügel von der Basis an eine weitere Strecke mit *rr* anastomisierend).

(Abb. 72 B). Mittelgroße, meist sehr bunte Tiere, Raupen dicht behaart . . . . *Arctiidae* (inkl. *Syntomis*)

— *sc* der Hinterflügel mit *rr* eine größere oder kleinere Wurzelschlinge bildend oder vor dem Zellende stark genähert 25

25. *sc* der Hinterflügel meist erst von der Mitte der Zelle mit *rr* verbunden, ihr genähert oder mit Querader verbunden, so daß die Wurzelzelle sehr groß ist (Abb. 73 A). Fühler, wenigstens beim Männchen, stets doppelt gekämmt. Rüssel schwach oder verkümmert. m_2 im Hinterflügel gleichstark wie die benachbarten Adern. In der Flügelfarbe herrscht als Grundfarbe weiß oder gelblich vor . . *Lymantriidae*

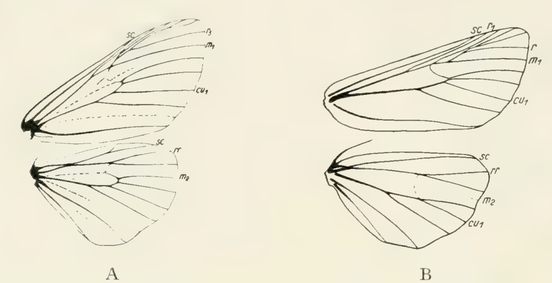


Abb. 73. A Flügel von *Lymantria monacha* L. (*sc* der Hinterflügel in der Mitte der Zelle mit *rr* verbunden, eine große Wurzelzelle bildend, m_2 der Hinterflügel stark wie m_1 und m_3), B Flügel einer Eule (*sc* bald nach dem Ursprung mit *rr* verbunden, nur eine kleine Wurzelzelle bildend, m_2 stets schwächer als m_1 und m_3.

22. *sc* der Hinterflügel bald nach dem Ursprung mit dem Zellvorderrand verbunden, so daß die Wurzelschlinge nur klein ist (Abb. 73 B). Fühler borstenförmig, meist mehr oder weniger bewimpert, nur sehr selten gekämmt. Rüssel nur selten ganz verkümmert. m_2 der Hinterflügel meist schwächer als die übrigen Adern. Flügelfärbung im allgemeinen düster. Raupen meist nackt, nur selten behaart . . . . *Noctuidae*

---

9. Abkürzungen.

A. Lepidopteren-Autoren [1]).

Bkh. = Borkhausen, M. B., 1760—1806, Herzogl. Kammerrat in Darmstadt.

Boisd. = Boisduval, J. B. A., 1801—1879, Arzt und Konservator des Kabinetts des Grafen Dejean, Paris.

Bosc = Bosc d'Antic, L. Aug. Guill., 1759—1828, Paris.

Cl. = Clerck, Carl, gest. 1765, schwedischer Maler und Entomologe.

Comst. = Comstock, Professor der Entomologie in Ithaca. U. S. A.

Curt. = Curtis, J. H., 1761—1861, englischer Maler und Entomologe.

Dbld. = Doubleday, Edw., Englischer Entomologe. 1810—1849.

Dup. = Duponchel, Ph. A. J., 1774—1846, Präsident der Entom. Gesellschaft zu Paris.

Esp. = Esper, E. J. Ch., 1742—1810, Professor d. Naturgeschichte u. Direktor d. Naturalienkabinetts zu Erlangen.

---

1) Die biographischen Angaben sind meist Wolff und Krauße, Die forstlichen Lepidopteren, und Hagen, Bibl. entomol., entnommen.

F. = Fabricius, H. Ch., 1745—1808 (nach Angabe des Sohnes 1810), Professor d. Naturgeschichte u. dänischer Staatsrat in Kiel.
F.v.W. = Fischer von Waldheim, F., 1771—1853, russischer Staatsrat, Professor, Direktor d. Kaiserl. Museums zu Moskau u. Präsident der Akademie d. Wissenschaften daselbst.
F. R. = Fischer, J. E., Edler von Rößlerstamm, schrieb 1727—1843.
Fourc. = Fourcroy, A. F., 1755—1809, Arzt und Professor d. Chemie. Paris.
Frey = Frey, H., schrieb 1855—1860, Professor in Zürich.
Freyer = Freyer, C. F., schrieb 1828—1860, Stiftungskassier in Augsburg.
Froel. = Frölich, G. F., schrieb 1828 und 1829.
Gm. = Gmelin, J. F., 1748—1804, Professor in Göttingen.
Gn. = Guenée (de Chateaudun), A., 1809—1880, französischer Lepidopterologe.
Gz. = Goeze, J. A. E., 1731—1793, Pastor u. erster Hofdiakonus zu Quedlinburg.
Handl. = Handlirsch, Anton, Hofrat in Wien, einer der umfassendsten Entomologen der Jetztzeit.
Hb. = Huebner, Jakob, 1761—1826, Zeichner in einer Kattunfabrik in Augsburg.
Hbst. = Herbst, J. F. W., 1743—1807, Garnisonprediger in Berlin.
Hein. = Heinemann, H. von, schrieb 1848—1859, Zollinspektor in Braunschweig.
Hfn. = Hufnagel, schrieb 1765—1768, Prediger in oder bei Berlin.
H. S. = Herrich-Schäffer, G. A. W., 1799—1874, Kreis- u. Stadtgerichtsarzt in Regensburg.
Htg. = Hartig, Th., 1801—1880, Forstrat u. Professor d. Forstwissenschaft am Carolinum zu Braunschweig.
Hum. = Hummel, A. D., gest. 1836 in Ekenäs in Finnland, Ministerialbeamter in St. Petersburg; schrieb von 1793 bis 1823.
Hw. = Haworth, A. H., 1767—1833, englischer Entomologe u. Botaniker.
Koll. = Kollar, V., 1797—1860, Direktor des K. K. Zool. Kabinetts in Wien.
L. = Linné, C. von, geb. 24. Mai 1707 zu Roeshuld in Smaland, gest. 10. Januar 1778 zu Hammarby bei Upsala, Professor d. Botanik in Upsala. (Hieß vor seiner Nobilitierung Linnaeus.)
Lasp. = Laspeyres, J. H., 1769—1809, Bürgermeister von Berlin.
Latr. = Latreille, P. A., 1762—1833, französischer Entomologe.
Led. = Lederer, Julius, Kaufmann und Redakteur der Wiener Entomologischen Monatsschrift, Wien; starb 1870, 40 Jahre alt.
Losch. = Loschge, F. H., 1755—1840, Professor in Erlangen.
Meyr. = Meyrink, englischer Entomologe, Spezialist für Kleinschmetterlinge.
Ochsh. = Ochsenheimer, F., 1767—1822, Dr. phil. u. Hofschauspieler in Wien.
Oliv. = Olivier, A. G., 1756—1814, Professor d. Zoologie an d. Tierarzneischule zu Alfort bei Paris.
Pall. = Pallas, P. S., 1741—1811, Mitglied d. Kaiserl. Akademie in Petersburg, starb in Berlin.
Poda = Poda von Neuhaus, N., 1723—1798, Jesuit, Professor der Physik in Graz.
Pz. = Panzer, G. W. F., 1755—1829, Landgerichtsphysikus zu Hersbruck bei Nürnberg.
Payk. = Paykull, G. von, esthländ. Edelmann, Kgl. schwed. Kanzleirat und Akademiker zu Stockholm, schrieb 1785 bis 1809.
Rag. = Ragonot, Französischer Entomologe, Monograph der Phycideen. 1843 bis 1895.
Rtzb. = Ratzeburg, J. Th. Chr., 1801—1871, Professor d. Naturwissenschaften an d. Forstakademie in Eberswalde.
Rbl. = Rebel, H., Direktor am Naturhistorischen Hofmuseum in Wien.

Rbr. = Rambur, J. Pierre, Arzt in Fontainbleau, schrieb von 1828—1848.
Rott. = Rottenburg, S. A. von, schrieb von 1775 bis 1781.
Schiff. = Schiffermiller, J. (vielfach wohl irrig als Schiffermüller geschrieben), 1727—1809, Professor am Theresianum in Wien. Siehe auch unter S. V. u. W. V.
Scop. = Scopoli, J. A., 1723—1788, Arzt in Idria, zuletzt Bergrat u. Professor d. Chemie u. Botanik in Pavia.
Spul. = Spuler, Arnold, Professor der Anatomie in Erlangen.
Stgr. = Staudinger, O., Entomologe in Dresden.
Stph. = Stephens, J. F., 1792—1852, Entomologe in London.
Stt. = Stainton, H. T., 1822—1892, Mountsfield, Lewisham bei London.
S. V. = Schiffermiller, J., im „Wiener System. Verzeichnis".
Tr. = Treitschke, Fr., 1776—1842, Hoftheaterökonom in Wien.
Thunb. = Thunberg, C. P., 1775, Linnés Nachfolger als Professor der Naturgeschichte in Upsala. 1743—1828.
Vill. = de Villers, Charles, Joseph, 1724—1810, Lyon, der Neubearbeiter von Linné.
Wck. = Wocke, M. Ferd., 1820—1906, Arzt in Breslau.
Wlk. = Walker, J. J., ehemaliger Marinechefingenieur, Sekretär d. Entomological Society of London, lebte in Oxford.
W. V. = Schiffermiller im „Wiener System. Verzeichnis".
Zll. = Zeller, Ph. Chr., 1808—1883, Professor in Meseritz, starb in Stettin.
Zett. = Zetterstedt, J. W., 1785—1875, Professor in Lund.
Zinck. = Zincken, J. L. Th. Fr., genannt Sommer, 1770—1856, Hofmedikus in Braunschweig.

B. Häufig zitierte forstliche und entomologische Zeitschriften und Handbücher.

A. f. Schädlk. = Anzeiger für Schädlingskunde.
Altum (F.) = Altum, B., Forstzoologie. Band 3: Insekten. 2. Aufl. 1881 bis 1882.
Allg. F. u. J. = Allgemeine Forst- und Jagdzeitung.
A. Biol. R. A. = Arbeiten der Biologischen Reichsanstalt.
Bl. f. d. ges. Fw. = Blätter für das gesamte Forstwesen.
Ctrbl. f. d. ges. Fw. = Centralblatt für das gesamte Forstwesen.
D. D. F. = Der Deutsche Forstwirt.
D. Ent. Zeit. Iris = Deutsche Entomologische Zeitschrift Iris.
D. F. Z. = Deutsche Forstzeitung.
Eckstein (T.) = Eckstein, Karl, Die Technik des Forstschutzes gegen Tiere. 2. Aufl. Berlin 1915.
F. Bl. = Forstliche Blätter.
F. N. Z. = Forstlich-Naturwissenschaftliche Zeitschrift.
Forstar. = Forstarchiv.
Fw. Ctrbl. = Forstwissenschaftliches Centralblatt.
Mitt. Biol. R. A. = Mitteilungen der Biologischen Reichsanstalt.
Mitt. d. D. L. G. = Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft.
N. Z. f. F. u. L. = Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- u. Landwirtschaft.
Nitsche = Judeich-Nitsche, Lehrbuch d. mitteleuropäischen Forstinsektenkunde.
Ratzeburg (F.) = Ratzeburg, J. T. C., Die Forstinsekten. Zweiter Teil, Die Falter.
Ratzeburg (W.) = Ratzeburg, J. T. C., Die Waldverderbnis. Berlin, 1866—1869.
Reh = Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. Sorauers Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Bd. IV. Berlin 1925.
Schw. Z. f. F. = Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen.

Stett. ent. Z.	= Stettiner Entomologische Zeitung.
Thar. J.	= Tharandter Forstliches Jahrbuch.
Z. f. ang. Entom.	= Zeitschrift für angewandte Entomologie.
Z. f. wiss. Insektb.	= Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie.
Z. f. F. u. J.	= Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen.

---

10. Allgemeine Literatur über Lepidopteren.

(Systematik und Biologie.)

Bau, Handbuch für Schmetterlingssammler. Magdeburg 1886.

Berge-Rebel, Schmetterlingsbuch. 9. Aufl. Stuttgart 1910.

Borkhausen, Naturgeschichte der europäischen Schmetterlinge. 5 Bde. Frankfurt 1788—1794.

Brehms Tierleben. 4. Aufl. Bd. 2: siehe Heymons.

Dahl, Fr., Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise. Jena 1929.

Denis u. Schiffermiller, Systematisches Verzeichnis der Schmetterlinge der Wiener Gegend. Wien 1776.

Disqué, Verzeichnis der Kleinschmetterlinge der Umgebung von Speyer. 2 Teile. „Iris", Dresden 1901.

Eckstein, K., Die Schmetterlinge Deutschlands, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Biologie. 5 Bde. Verlag des Deutschen Lehrervereins für Naturkunde, E. V. Stuttgart 1914 ff.

Esper, E. J.C., Die europäischen Schmetterlinge in Abbildungen nach der Natur, mit Beschreibungen. 7 Bde. Herausgeg. von Toussaint v. Charpentier. Erlangen 1829—1839.

Fischer von Rößlerstamm, J. E., Abbildungen zur Berichtigung und Ergänzung der Schmetterlingskunde, besonders Microlepidopterologie. Leipzig 1834.

Frey, Die Schweizerischen Microlepidopteren. 6 Teile. Entomol. Ges. Schaffhausen 1865—1868.

—, Die Lepidopteren der Schweiz. Mit 4 Nachträgen. Leipzig und Schaffhausen 1880—1887.

Freyer, Beiträge zur Geschichte europäischer Schmetterlinge. 3 Bde. Nürnberg 1828—1831.

—, Neuere Beiträge zur Schmetterlingskunde. 7 Bde. Augsburg 1831—1859.

Hartmann, A., Die Kleinschmetterlinge des europäischen Faunengebiets. Erscheinungszeit der Raupen und Falter, Nahrung und biologische Notizen. München 1880.

Heinemann, von, Die Schmetterlinge Deutschlands und der Schweiz. 3 Bde. Braunschweig 1850—1876. Ein grundlegendes Werk.

Hering, Martin, Biologie der Schmetterlinge. Berlin (J. Springer) 1926.

Herrich-Schäffer, Systematische Bearbeitung der Schmetterlinge von Europa. Als Text, Revision und Supplement zu J. Hübners Sammlung europäischer Schmetterlinge. 6 Bde. Regensburg 1843—1856. Grundlegend für die wissenschaftliche Systematik.

Heymons, R., Die Schmetterlinge. In: Brehms Tierleben. 4. Aufl.

Hofmann, E., Die Raupen der Großschmetterlinge Europas. Verlag der C. Hofmannschen Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1893.

Hübner, Jacob, Sammlung europäischer Schmetterlinge. Augsburg 1805—1834.

—, Geschichte europäischer Schmetterlinge (Raupen). Augsburg 1806—1818.

Junk, W., Bibliographia Lepidopterologica. Berolini 1913.

Kennel, J., Die paläarktischen Tortriciden. Mit 42 kolorierten Tafeln. Stuttgart 1908—1921.

Korb, M., Die Schmetterlinge Europas. Nürnberg 1893.

Lampert, K., Die Großschmetterlinge und Raupen Mitteleuropas, mit besonderer Berücksichtigung der Biologie. Mit 58 Tafeln. Eßlingen u. München 1907.

Ochsenheimer und Treitschke, Die Schmetterlinge von Europa. 10 Bde. Leipzig 1807—1835.

Pagenstecher, Die geographische Verbreitung der Schmetterlinge. Jena 1909.

Rühl, Heine und Bartel, Die paläarktischen Großschmetterlinge und ihre Naturgeschichte. 2 Bde. (Mehr nicht erschienen.) Leipzig 1895 und 1899—1902.

Schreiber, C., Raupen-Kalender. Nach den Futterpflanzen geordnet für das mitteleuropäische Faunengebiet. 2. Aufl. Langensalza 1908.

Schütze, K. T., Die Kleinschmetterlinge der sächsischen Oberlausitz. 3 Teile. Dresden, „Iris", 1899—1902.

Seitz, A., Die Großschmetterlinge der Erde. Herausgeg. in Verbindung mit namhaften Fachmännern. I. Abt.: Die Großschmetterlinge des paläarktischen Faunengebietes. 4 Bde. Stuttgart 1909—1915.

Sorhagen, Die Kleinschmetterlinge der Mark Brandenburg. Berlin 1886.

Spuler, A., Die Schmetterlinge und Raupen der Schmetterlinge Europas. 4 Bde. Stuttgart, Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Sprösser), 1901 bis 1910. Jedem ernsten Schmetterlingssammler zu empfehlen.

—, Die sogenannten Kleinschmetterlinge Europas, einschließlich der primitiven Familien der sogenannten Großschmetterlinge sowie der *Nolidae, Syntomidae, Nycteolidae* und *Arctiidae;* unter Mitarbeit von mehreren Gelehrten herausgegeben. Mit 22 bunten Tafeln.

Stainton, Zeller, Douglas and Frey, The natural history of the Tineina. 13 vols. London 1858—1873. Mit zahlreichen handkolorierten Tafeln. In drei Sprachen (englisch, deutsch, französisch).

Staudinger, O. und Rebel, H., Katalog der Lepidopteren des paläarktischen Faunengebietes. 3. Aufl. Berlin 1901. (Hierin ausführliche Zitate der systematischen Literatur.) Unentbehrlich für jeden Sammler.

Wagner, Lepidopterorum Catalogus. Berlin (W. Junk).

II. Spezieller Teil.

1. Unterordnung: Microlepidoptera oder „Kleinschmetterlinge“.

Wenn wir heute von Kleinschmetterlingen reden, so dürfen wir, wie oben bereits betont, diesen Begriff nicht mehr wörtlich nehmen. Die „Kleinschmetterlinge“ in unserem Sinne enthalten nicht nur die kleinen Formen, sondern wir rechnen heute zu ihnen, ganz unabhängig von der Größe, alle jene Schmetterlinge,

> die im Hinterflügel 3 Innenrandadern (*an*, ax_1 und ax_2) besitzen, bei denen im Vorderflügel meist die *an* erhalten ist und deren Bauchfüße (wo nicht mehr als 5 Paare vorhanden sind) typische Kranzfüße sind[1].

Wir teilen die Microlepidopteren in 2 Gruppen ein:

1. die **Jugatae:** Vorderflügel mit Jugum, im Hinterflügel *r* mehrästig (siehe Abb. 64 A).
2. die **Microfrenatae:** Vorderflügel ohne Jugum, dagegen die Hinterflügel meist mit Frenulum, *r* im Hinterflügel stets einästig (siehe Abb. 64 B).

* * *

1. Tribus: *Jugatae.*

Die Jugatae stellen die primitivsten Schmetterlinge dar, deren Mundwerkzeuge bei einigen Arten sogar noch als Beißwerkzeuge benützt werden können. Die Vorderflügel und Hinterflügel stimmen in Größe und Form und Geäder mehr oder weniger überein (Radius im Hinterflügel mehrästig). Die Vorderflügel tragen einen vom Grunde des Innenrandes entspringenden kleinen lappenförmigen Anhang (Jugum), der den Zusammenhalt der Vorder- und Hinterflügel während des Fluges bewirkt (s. Abb. 64 A).

Die Jugaten enthalten nur 2 Familien: die *Micropterygidae* und *Hepialidae*.

Familie: Micropterygidae.

Die Micropterygiden enthalten wieder 2 Unterfamilien: Micropteryginae und Eriocraniinae.

Unterfamilie: *Micropteryginae.*

Die Micropteryginen stellen die niedersten Formen der Schmetterlinge mit sehr primitivem Geäder (Abb. 74) dar. Sie besitzen noch zum Kauen

---

[1]) Wir kennen nur ganz wenig Ausnahmen; so sind bei einigen ganz schmalflügeligen Tineiden mit stark reduziertem Geäder nur 2 Innenrandadern vorhanden, und so besitzen die Zygaeniden Klammerfüße (im letzten Fall entscheidet das Geäder über die Zugehörigkeit zu den Kleinschmetterlingen).

geeignete gezähnte Mandibeln und Außen- und Innenladen an den 1. Maxillen. Sie sind durchwegs sehr kleine Tiere (ca. 10 mm Spannweite), die sich von Blütenstaub nähren. Raupen an allen Abdominalsegmenten mit Bauchfüßen (den Brustbeinen ähnlich). Nur eine einzige Gattung (*Micropteryx* Hb.); forstlich ohne Bedeutung.

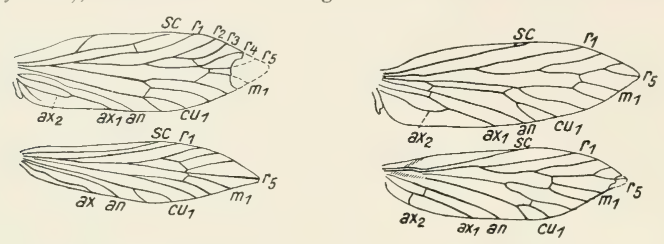


Abb. 74. Flügelgeäder von *Micropteryx* Hb. Nach Spuler.

Abb. 75. Flügelgeäder von *Eriocrania* Zll. Nach Spuler.

Unterfamilie: *Eriocraniinae.*

Die Eriocraniidae unterscheiden sich von der vorigen Familie vor allem durch den verschiedenen Bau der Mundwerkzeuge: Die Mandibeln sind verkümmert, die Innenladen der 1. Maxillen fehlen. Auf den Vorderflügeln Ader *sc* nahe ihrem distalen Ende häufig mit einem Nebenast zum Vorderrand (Abb. 75), r_1 am Ende häufig gegabelt. Die fußlosen Raupen minieren in Blättern. Enthält nur die einzige Gattung *Eriocrania* Zll. Forstlich nur von geringer Bedeutung, bis jetzt nur eine Art in der forstlichen Literatur erwähnt:

Eriocrania sparmanella Bosc.

Birkenminiermotte.

Taf. I, Abb. 1.

Der winzige Falter (Spannweite 10—12 mm) hat breitlanzettliche Flügel. Vorderflügel goldgelb, stahlblau oder purpurviolett gegittert, mit 1 Fleck der Grundfarbe am Innenwinkel. Fransen gelbgrau, undeutlich gescheckt, Fühler unter halber Vorderflügel-Länge (Abb. 76).

Raupe gelblich weiß, Kopf flach, braun mit dunkelbraunem Fleck auf jeder Seite, Beine rückgebildet.

Die Birkenminiermotte ist über ganz Mitteleuropa verbreitet, ihre Fraßpflanze ist die Birke.

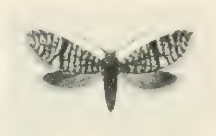


Abb. 76. Die Birkenminiermotte, *Eriocrania sparmanella* Bosc.

Der Falter erscheint im ersten Frühjahr und legt seine Eier an die eben ausbrechenden Knospen. Die Raupen minieren in den Blättern, zuerst kann man die Miniergänge deutlich erkennen, später wird das ganze Blatt völlig und gleichmäßig ausgefressen. Die Blätter bekommen dann ein fahlbraunes Aussehen, vertrocknen und fallen ab. Bei durchscheinendem Licht kann man den Kot in feinen Strängen und Häufchen sehen. Die Raupen lassen sich anfangs Juni zur Verpuppung auf den Boden herab.

Die einzige Notiz über ein bemerkenswertes Auftreten der Birkenminiermotte als Bestandsschädiger stammt von Lade (1904). Danach entblätterten sich infolge ihres starken Frasses im Jahre 1904 von Ende Mai bis Anfang Juni die ca. 38 jährigen Birken des Schwanheimer Gemeindewaldes (Cronberg) auf einer Fläche von 15 ha in auffälliger Weise. Die Bäume waren nahezu kahl und der ganze Boden war — gleich wie im Herbst — mit dürren Blättern bedeckt. Anfangs Juli haben sich die Birken wieder ziemlich begrünt, so daß von einem bemerkenswerten Schaden außer einem kleinen Zuwachsverlust kaum gesprochen werden konnte.

Familie: Hepialidae.

Die Hepialiden (auch Hepioliden) wurden früher zu den Spinnern gerechnet. Sie haben aber mit diesen außer einer oberflächlichen Formähnlichkeit nichts gemein. Es sind vielmehr noch sehr primitive Schmetterlingsformen, die morphologisch den Micropterygiden nahe stehen (Vorhandensein eines Jugums); die Raupenbauchfüße sind Kranzfüße.

Mundteile verkümmert bzw. sehr klein, Nebenaugen fehlen, Fühler sehr kurz, perlschnurförmig. Kopf und Thorax wellig behaart. Flügel lang und schmal, hinten ganz flach gerundet, Vorderflügel und Hinterflügel fast gleich. Die Raupen 16 füßig, weißlich oder gelblich, schlank walzig, mit einzelnen dunklen Haaren auf den schwarzen Wärzchen, Kopf rund, glänzend, mit starken Mundteilen.

Die Falter sind Dämmerungstiere, die abends niedrig fliegen, tagsüber mit dachförmig liegenden Flügeln ruhen. Sie lassen ihre etwa 500 sehr kleinen Eier einzeln fallen.

Die Raupen leben in oder an Wurzeln und verwandeln sich in der Erde in langen röhrenförmigen Gespinsten in schnell bewegliche Puppen mit kurzen Flügelscheiden und langem, walzenförmigem, an den Ringen mit Stachelrändern versehenen Hinterleib.

Die Hepialiden sind mittelgroße bis große Tiere (exotische Formen nehmen zum Teil riesige Ausmaße an, bis zu 24 cm Spannweite).

In Europa nur 1 Gattung, *Hepialus* F. mit 13 Arten, von denen nur eine hier zu erwähnen ist.

Hepialus humuli L.

Hopfenwurzelspinner.

Taf. V, Abb. 1.

Falter: Männchen silberweiß, Weibchen Vorderflügel lehmgelb mit rötlicher Zeichnung, Hinterflügel rötlichgrau (Abb. 77), Spannweite 43—68 mm.

Raupe gelblich beinfarbig, mit schwarzen Borstenwärzchen und Stigmen. Kopf dunkelbraun, Nackenschild und je 2 hornartige Flecken auf Ring 2 und 3 hellbraun. 50 mm.

Puppe dunkel gelbbraun. — Ei anfangs weiß, später glänzend schwarz.

Die Raupe des über ganz Mitteleuropa und darüber hinaus verbreiteten Hopfenwurzelspinners lebt in den Wurzeln der verschiedensten krautartigen Gewächse, wie vor allem *Rumex*, dann *Petasites*, *Leontodon*, *Solanum*, *Urtica*, *Spiraea* und mehr, ausnahmsweise auch *Daucus carota*. Zuweilen geht sie auch auf den Hopfen über und kann dann in den Hopfengärten großen Schaden anrichten.

Baer (1913) hat diesen reichhaltigen Speisezettel um eine weitere Pflanze, und zwar um eine forstliche, vermehrt, nämlich *Carya alba* (Hickory), in deren Wurzeln im Pflanzgarten von Hubertusburg die Raupen im Jahre 1912 mehrfach angetroffen wurden (Abb. 78).

Die Raupe frißt hier gewöhnlich im Mark der Wurzeln einen Kanal, der sich auf eine Länge bis zu 16—17 cm erstrecken kann. Am oberen Ende des Kanals befindet sich das kleine Einbohrloch, am unteren Ende das große Ausbohrloch. Die dünneren Wurzelenden können hierbei derartig ausgehöhlt werden, daß sie nur noch einen aus der Rindenschicht bestehenden dünnwandigen Schlauch darstellen, der mit Kotkrümeln und Erde ausgefüllt ist.



Abb. 77. Der Hopfenwurzelspinner, *Hepialus humuli* L.
Links Männchen, rechts Weibchen.

Der Befall im Hubertusburger Garten blieb auf etwa 2% der Pflanzen beschränkt.

Daß gerade die Hickorypflanzen vom Hopfenwurzelspinner angegangen werden, erklärt sich ohne weiteres aus der Beschaffenheit der Wurzeln, die eine außerordentliche Weichheit des Holzgewebes und Markes aufweisen und darin den Wurzeln der obengenannten krautartigen Pflanzen kaum nachstehen.

Von den übrigen *Hepialus*-Arten seien noch genannt:

H. lupulinus F., dessen Raupe unter anderem in den Wurzeln der Syringe und des Ligusters gefunden wird (Marchal et Foex 1918), und

H. hecta L. (Heidekrautwurzelspinner), dessen Raupe (glänzend schmutziggrau, mit dunklerem Brustring und 2 schwarzen Flecken auf dem Rücken jedes Ringes) in den Wurzeln von Heidekraut *(Calluna)*, Adlerfarn *(Pteris aquilina)* und anderer Kräuter lebt.

Literatur über Jugatae.

Baer, W., 1913, *Hepialus humuli* an Hickorypflanzen. In: Escherich u. Baer, Tharandter zoolog. Miscellen. Vierte Reihe. — Nat. Zeitschr. f. Land- u. Forstw. XI. 121—122.

Lade, 1904, Schädliches Auftreten einer Birken-Miniermotte. — Zeitsch. f. Forst- u. Jagdwes. XXXVI. 671.

Marchal et Foex, 1918, Rapport Phytopathologique pour les Années 1916 et 1917. — Ref. in Rev. appl. Ent. Vol. VII. 1919.

2. Tribus: *Microfrenatae.*

Die Microfrenaten stellen eine sehr umfangreiche Gruppe der Unterordnung der „Kleinschmetterlinge" dar, meist kleine bis kleinste, doch auch eine Anzahl mittelgroßer bis großer Formen, die sich alle übereinstimmend dadurch von den Jugaten unterscheiden, daß die Vorderflügel kein Jugum besitzen. An Stelle des Jugums ist bei der Mehrzahl ein Frenulum an den Hinterflügeln vorhanden. Flügelgeäder im Vorder- und Hinterflügel verschieden: *r* im Vorderflügel stets mehrästig, im Hinterflügel dagegen stets einästig. Wir haben oben in unserer Übersicht (S. 115) 10 Familien von Microfrenaten angeführt, von denen aber in forstlicher Beziehung nur 6 Berücksichtigung verdienen, nämlich: die *Tineidae* (s. l.), *Tortricidae, Cossidae, Sesiidae, Limacodidae* und *Pyralidae*. Die übrigen, die *Psychidae, Zygaenidae, Pterophoridae* und *Orneodidae* sind forstlich völlig indifferent und werden hier nur kurz erwähnt.



Abb. 78. Wurzeln von Hickoryheistern *(Carya alba)* mit Fraß von *Hepialus humuli* L. Nach Baer.

Familie: Tineidae (s. lat.).

Motten.

Von vielen Systematikern sind die Tineiden, die ja recht verschiedene Formen enthalten, in eine große Anzahl Familien aufgelöst und zum Teil auch auf verschiedene Gruppen verteilt. So stellt Börner die akuleaten Tineiden zusammen mit den Micropterygiden und Hepialiden zu den *Monotrysia* und verteilt die übrigen Gattungen auf die drei Familienreihen: die *Gracilarioidea* (mit den Gracilariiden und Tortriciden), die *Tineoidea* (mit den Tineiden, Cossiden, Sesiiden und Psychiden) und die *Gelechioidea* (mit den Gelechiiden, Hyponomeutiden, Orneodiden und Pterophoriden). Doch konnte ich mich in diesem, vor allem der Praxis dienenden Werk nicht zu dieser Aufteilung entschließen, ohne damit die mögliche Berechtigung des Börnerschen Systems bestreiten zu wollen. Ich behalte also, dem Beispiel von Handlirsch und Heymons folgend, die Familie der Tineiden in der

alten weiten Fassung bei und teile sie in eine Anzahl Unterfamilien ein, die den von Staudinger-Rebel, Spuler, Börner, Hering usw. als Familien betrachteten Gruppen entsprechen.

Die Motten oder *Tineiden* sind kleine, oft winzige, zarte Falter mit gestreckten, oft sehr schmalen, meist zugespitzten Flügeln (Abb. 79). Diese sind gewöhnlich mit auffallend langen Fransen besetzt, die fast immer gegen den Innenwinkel aller Flügel an Länge bedeutend zunehmen, überhaupt um so länger werden, je mehr sich der eigentliche Flügel verschmälert (wodurch die Tragfähigkeit erhöht wird). Die großen Netzaugen sind nackt, Ocellen oft vorhanden, aber schwer sichtbar. Die Fühler sind borstenförmig mit verdicktem Wurzelglied, das sich mitunter zu einem die Augen in der Ruhe überragenden Deckel erweitert, gewöhnlich etwas kürzer oder ebensolang wie die Vorderflügel, mitunter aber ganz auffallend verlängert. Die sehr verschieden gestalteten Palpen oder Hinterkiefertaster sind 3gliedrig, mit aufsteigendem oder in der Richtung der Mittelglieder stehendem Endglied. Nebenpalpen oder Mittelkiefertaster sind oft vorhanden, meist 2—3gliedrig, mitunter aber auch bis 6gliedrig, und dann von der Mitte an nach abwärts taschenmesserartig zusammengeklappt. Die Rollzunge ist meist gut entwickelt und fest chitinisiert, mitunter aber weich oder verkümmert. Die Beine sind gewöhnlich dünn und lang, die Hinterschienen nicht über doppelt so lang wie die Schenkel und meist mit 2 Paar Sporen. Der Hinterleib ist schmächtig, bei den Männchen meist mit kleinem Afterbusch, bei den Weibchen oft mit hervortretender Legescheide, Genitalöffnung einfach oder doppelt.



Abb. 79. Typischer Habitus einer Tineide. Vergr. Nach Stainton.

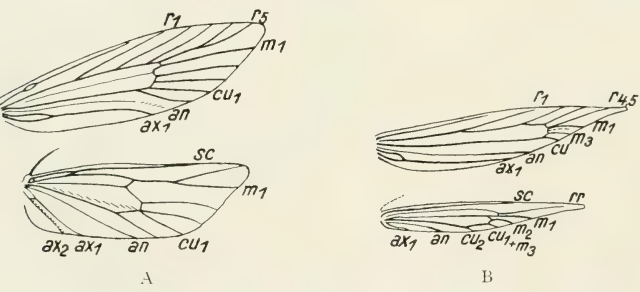


Abb. 80. Beispiele verschiedener Flügelformen und von verschiedener Ausbildung des Geäders bei Tineiden: A von *Gelechia* (Geäder vollkommen), B von einer Coleophoride (Geäder reduziert). Nach Spuler.

Die gestreckten Vorderflügel sind von der Wurzel ab nur schwach erweitert und nach hinten wieder verengt oder zugespitzt, so daß der stets wenigstens abgerundete Innenwinkel oft ganz verflacht und der Innenrand

ganz unmerklich in den Saum übergeht; letzterer fehlt dann eigentlich ganz, und es ist nur ein Innenrand vorhanden, der in der Spitze direkt in den Vorderrand übergeht. Die Flügelfläche ist bei den ursprünglichen Formen (mit einfacher Genitalöffnung beim Weibchen) mit fixen Dörnchen besetzt (akuleate Tineiden). Ihr Flügelgeäder ist sehr verschieden und vereinfacht sich oft bei den kleineren Arten (Abb. 80 B). Die beiden Axillares bilden bei vielen Arten eine große Wurzelschlinge. Die Analis meist gut ausgebildet. An der meist langgestreckten Mittelzelle oft eine Anhangszelle.

Die Hinterflügel haben Haftborsten, sind manchmal so breit oder noch etwas breiter als die Vorderflügel, meist aber ebenso gestreckt und schmal oder noch viel schmäler als diese. Ihre Mittelzelle ist oft nicht durch eine Querader abgeschlossen, sondern offen, und das Flügelgeäder ist oft sehr vereinfacht.

Die Färbung der Flügel ist häufig unscheinbar, aber auch lebhaft und glänzend, namentlich die kleineren Arten zeigen oft herrlichen Metallglanz und silber- und goldfarbige Zeichnungen. Die Haltung der Flügel in der Ruhe ist dachförmig, selten sind sie flach übereinandergeschoben oder um den Leib gerollt. Es sind fast durchweg Dämmerungs- oder Nachttiere.

Die frei lebenden Raupen haben gut entwickelte Thorakalbeine und meist 5 Paare von Kranzfüßen. Bei den minierenden Arten verkümmern die Füße mitunter vollständig. Auch die Bewaffnung der Segmente mit Schildern und Borsten ist nach der Lebensweise recht verschieden. Die frei lebenden Formen besitzen neben verschieden geformten Nacken- und Analschildern eine mehr oder weniger auffallende Beborstung in der oben (S. 30) angegebenen charakteristischen Anordnung (s. Abb. 39, S. 30), während bei den minierenden Raupen die Beborstung mehr oder weniger zurückgebildet ist.

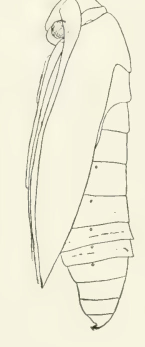


Abb. 81.
Puppe einer Tineide (*Argyresthia*).
Nach Trägårdh

Die Puppen sind durch lange, oft bis gegen das Afterende hin reichende Flügelscheiden ausgezeichnet. Die ursprünglichen Puppenformen haben eine noch weitgehende Freigliedrigkeit und viele oder reihenweise angeordnete Dornen auf den Abdominalsegmenten. Die höher entwickelten zeigen bereits verkittete Gliedmaßen, geringe Beweglichkeit und keine Dornen.

Die am Tage versteckt lebenden, bei Störung mitunter schnell fortlaufenden Falter sind meist echte Dämmerungs- und Nachttiere. Wenige fliegen auch bei Tage. Die Flugzeit fällt meist in den Sommer. Bei den kleinen Arten kommt häufig eine doppelte Generation und demgemäß auch ein zweimaliger Flug vor. Bei manchen Arten haben die Weibchen verkümmerte Flügel, z. B. bei *Chimabacche* Zll.

Nur wenige Raupen leben frei an ihren Nahrungsgegenständen, meist verspinnen sie Blätter oder Nadeln oder minieren in denselben, oder leben im Innern anderer Pflanzenteile. Manche sind Sackträger. Einige, darunter die wirtschaftlich so wichtigen Pelzmotten, leben von tierischen Substanzen.

Die Verpuppung geschieht meist in einem Gespinst, entweder am Fraßort der Raupe oder außerhalb desselben, bei den Sackträgern innerhalb des Sackes.

Die Tineiden (s. l.) umfassen ca. 20 Unterfamilien[1]), unter denen die sog. akuleaten (Flügelmembran außer mit Schuppen auch mit festsitzenden Chitinstacheln besetzt) eine besondere Stellung einnehmen.

Für unsere Belange kommen 9 Unterfamilien in Betracht, die sich folgendermaßen dichotomisch darstellen lassen[2]):

1. Wurzelglied der Fühler scheibenförmig verbreitert, einen „Augendeckel" darstellend 2
— Wurzelglied der Fühler nicht scheibenförmig, zuweilen aber keulenförmig, ein „Augendeckel" fehlt 3
2. Die abstehende Behaarung des Kopfes reicht in Ansicht von vorn vom Scheitel nur bis zur Verbindungslinie der Fühlerwurzeln; die Stirn darunter ist glattschuppig; der Augendeckel ist unten vorn mit einem deutlichen Borstenkamm versehen (deutlich in Ansicht von vorn und etwas von unten sichtbar) . . . . *Gracilariinae* pp. *(Bucculatrix)*
— Die abstehende Behaarung des Kopfes befindet sich auf Scheitel und Stirn, in Ansicht von vorn also noch unterhalb der Fühlerwurzelverbindungslinie; der untere Rand des Augendeckels ist höchstens mit einigen schwachen Härchen, nie mit einem deutlichen Borstenkamm besetzt . . . . *Nepticulinae*
3. Im Vorderflügel befindet sich an der Mitte des Vorderrandes eine Trübung oder Verdickung der Membran (Stigma), die besonders deutlich wird, wenn man den Flügel durch etwas Betupfen der Unterseite mit Xylol durchsichtig macht; im durchfallenden Lichte erscheint dann diese Stelle dunkler als der übrige Flügel . *Hyponomeutinae*
— Vorderflügel ohne solche Verdickung am Vorderrande 4
4. Kopf, wenigstens oben auf dem Scheitel, rauhhaarig 9
— Kopf glattschuppig, selten etwas aufgelockert, dann aber die Schuppen breit, nicht haarförmig 5
5. Palpen parallel, nicht divergierend, nach oben stark aufgebogen, meist bis zur Höhe des Scheitels reichend oder diesen überragend, selten gerade vorgestreckt und stark buschig, die Hinterflügel meist sehr breit, oft unter der Spitze etwas konkav, meist breiter als die Vorderflügel, Weibchen zuweilen mit verkümmerten Flügeln . . *Gelechiinae*
— Palpen entweder kurz und gerade, wenn lang und gebogen, dann immer etwas gesenkt oder nach den Seiten divergierend, wenn parallel und aufgerichtet, dann Fühler so lang wie der Vorderrand oder die Hinterflügel sind schmal linealisch 6
6. Fühler so lang wie der Vorderrand, während gleichzeitig über den Palpen deutliche Nebenpalpen sichtbar sind . . . . . . *Gracilariinae*
— Fühler kürzer als der Vorderrand der Vorderflügel, wenn ebenso lang, dann sind Nebenpalpen nicht vorhanden oder praktisch nicht sichtbar 7
7. Die Kopfschuppen sind breit, etwas nach vorn aufgelockert, besonders auf dem Scheitel; kleinste Arten von nicht über 5 mm Vorderflügellänge, Flügel einfarbig oder nur dunkler gerandet . *Tischeriinae*
— Kopf oben angedrückt beschuppt 8
8. Wurzelglied der Fühler nackt oder nur mit einigen abstehenden Borsten an der Unterseite besetzt, Fühler in der Ruhe nicht vorgestreckt . . . . *Momphinae*
— Wurzelglied der Fühler an der Unterseite mit dichter, haarbuschähnlicher Beschuppung, Fühler in der Ruhe vorgestreckt . . . . *Coleophorinae*

---

[1]) In der ganzen Welt sind ca. 12000 Arten bekannt.
[2]) Ich verdanke diese Tabelle Herrn Dr. Hering, Berlin.

9. Hinterflügel sehr schmal, ihre Fransen länger als der Flügel breit ist *Gracilariinae* p. p. *(Lithocolletis, Ornix)*

— Hinterflügel breiter, lanzettlich, nicht von beiden Seiten her zugespitzt, Fransen nicht länger als der Hinterflügel breit 10

10. Mittelglied der Palpen mit langem vorgestrecktem Haarbusch, aus dem das dünne Endglied aufsteigt . . *Hyponomeutinae* p. p. *(Cerostoma)*

— Mittelglied der Palpen ohne einen solchen vorstehenden Busch . . 11

11. Die Flügelfläche ist außer mit den beweglich eingelenkten Schuppen noch mit mikroskopisch kleinen unbeweglichen Stacheln zwischen den Schuppen besetzt; hierher gehören auch Falter, deren Fühler so lang oder länger als der Vorderflügel ist . . . . *Incurvariinae*

— Die Flügelfläche ist nur mit den gewöhnlichen Schuppen besetzt, die Fühler sind immer kürzer als der Vorderrand der Vorderflügel . . *Tineiinae*

Uebersicht (in systematischer Reihenfolge) der hier behandelten Tineiden.

1. Nepticulinae (Zwergmotten).

Nepticula sericopeza Zll.
— *argyropeza* Zll.
— und andere Arten.

2. Tischeriinae (Schopfstirnmotten).

Tischeria complanella Hb.
— *decidua* Wck.

3. Incurvariinae (Miniersackmotten).

Incurvaria koerneriella Zll.
— *muscalella* F.
Adela cuprella Thunb.
— *viridella* Scop.
— *ochsenheimerella* Hb.

4. Tineinae (Echte Motten).

Tinea pelionella L.
— *granella* L.
— *cloacella* Hw.
Trichophaga tapetiella L.
Tineola biselliella Hum.

5. Hyponomeutinae (Gespinstmotten).

Prays curtisellus Dup.
Scythropia crataegella L.
Hyponomeuta padella L. (= *variabilis* Zll.).
— *malinella* Zll.
— *cognatella* Hb.
— *evonymella* L. (nec. Scop.!).
Argyresthia fundella F. R.
— *pygmaeella* Hb.
— *goedartella* L.
— *glabratella* Zll.
— *certella* Zll.
— *illuminatella* F. R.
— *laevigatella* H. S.
— und andere Arten.
Cedestis gysselinella Dup.
Dyscedestis farinatella Dup.
Ocnerostoma piniariella Zll.
Cerostoma parenthesellum L. (*Judeichiella* Rtzb.).

6. Gracilariinae (Blatt-Tütenmotten).

Gracilaria rufipenella Hb.
— *(Xanthospilapteryx) syringella* F.
— *(Eutrichocnemis) simploniella* F. R.
Lithocolletis faginella Zll.
— *alniella* Zll.
— *platani* Zll.
— und andere Arten.

7. Coleophorinae (Sackträgermotten).

Coleophora laricella Hb.
— *fuscedinella* Zll.
— *lutipennella* Zll.
— *binderella* Koll.

8. Momphinae (Fransenmotten).

Eustaintonia pinicolella Dup.
Pancalia leeuwenhoekella L.

Gelechiinae (Palpenmotten).

Chimabacche fagella F.
Carcina quercana F.
Borkhausenia stipella L.
— *similella* Hb.
— *cinnamomea* Zll.
— *luctuosella* Dup.
— *jourdheuillella* Rag.
Stenolechia gemmella L.
Heringia dodecella L.
Teleia proximella Hb.
Gelechia electella Zll.
Sitotroga cerealella Oliv.

Uebersicht über die hier behandelten Tineiden nach ihrem biologisch-forstlichen Verhalten [1]).

A. Nadelholz.

An Fichte.

I. In den Nadeln minierend . . . . . *Eustaintonia pinicolella* Dup. (S. 198)
— In den Knospen und Trieben 2
2. Die Raupen höhlen nur die Knospen aus, Ausflugsloch an der Basis der Knospe, zusammengedrückt . . . . *Argyresthia certella* Zll. (S. 166)
— Die Raupen fressen die Endknospen aus und dringen meist noch mehr oder weniger weit in den Trieb ein. Ausflugsloch meist am Ende des Triebganges, stets rund . . *Argyresthia glabratella* Zll. (S. 166)

An Tanne.

In den Nadeln minierend, Verpuppung in weißem Kokon an den Nadeln . . . . *Argyresthia fundella* F. R. (S. 163)
In den Knospen . . . . *Argyresthia illuminatella* F. R. (S. 164)

An Kiefer.

1. Ausschließlich in den Nadeln minierend, Verpuppung zwischen zusammengesponnenen Nadeln 2

[1]) Diese Übersicht soll zur raschen Orientierung für den Praktiker dienen.

— Als Junglarve in Nadeln, in späteren Stadien in den Knospen lebend, meist mehrere Knospen zerstörend und auch noch bis in den Trieb vordringend; Verpuppung in der angefressenen Knospe oder im Trieb *Heringia dodecella* L. (S. 204)

2. Mine geht von der Spitze der Nadel zur Basis *Ocnerostoma piniariella* Zll. (S. 174), *copiosella* Frey (an Arve) (S. 176) *Dyscedestis farinatella* Zll. (S. 173)

— Mine geht von der Basis zur Spitze . . . *Cedestis gysselinella* Dup. (S. 172)

An Lärche.

In den Nadeln minierend, Raupe in Nadelsack *Coleophora laricella* Hb. (S. 188)

In den Längstrieben minierend, diese zum Absterben bringend *Argyresthia laevigatella* H. S. (S. 169)

An Wacholder.

In den Nadeln minierend *Argyresthia abdominalis* L. u. *aurulentella* Stt. (S. 171)

In den Triebspitzen . . . . *Argyr. arcenthina* Zll. (S. 171)

In den Beeren . . . . *Argyr. praecocella* Zll. (S. 171)

B. Laubholz.

1. Raupen gesellig in großen, die ganze Pflanze oder wenigstens Teile davon überziehenden Gespinsten lebend; hier auch die Verpuppung: Gespinstmotten

Gespinst sehr dicht, Verpuppung in länglichen Kokons im Gespinst; an Eiche, Faulbaum, Schlehe, Weißdorn . . . *Hyponomeuta*-Arten (S. 156)

Gespinstschleier fein, Verpuppung in äußerst lichten, kugelförmigen Kokons, in denen die dunkle Puppe lose hängt. An Weißdorn. *Scythropia crataegella* L. (S. 161)

2. Raupen einzeln (oder höchstens zu 8—10 Stück) in Minen, Blatttüten, Blattrollen, in Trieben usw., lebend, frei oder mit Sack.

An Eiche.

a) An Blättern.

Große Blasenminen (auch an Kastanie) . . *Tischeria complanella* Hb. (S. 144)

Geschlängelte Blattminen mit deutlicher Kotlinie (meist auf der Oberseite) . . . . *Nepticula*-Arten (S. 142)

Faltenminen, meist auf der Unterseite . . . . *Lithocolletis*-Arten (S. 184)

Raupe auf der Unterseite in einem flachen Gespinst *Carcina quercana* F. (S. 202)

In Platzminen meist auf der Unterseite der Blätter. Raupen mit Sack . . . . *Coleophora lutipennella* Zll. (S. 197)

Raupen schneiden, nachdem sie in dem Blatt miniert haben, runde Löcher aus der Mine heraus (auch an Edelkastanie) *Incurvaria muscalella* F. (S. 146)

b) An Knospen.

Raupe zuerst in den Knospen, diese zerstörend, dann in einem Sack an den Blättern . . . . *Coleophora lutipennella* Zll. (S. 197)

c) In den Trieben.

Die jungen Triebe aushöhlend (als Folge Vertrocknen der Blätter und Abfallen der zerstörten Triebenden) . . *Stenolechia gemmella* L. (S. 203)

d) In der Rinde.

Geschlängelte, äußerlich sich deutlich abhebende Minen in der jungen, glatten Rinde . . . . *Gracilaria simploniella* F. (S. 181)

An Buche.

In zusammengesponnenen Blättern . . . . *Chimabacche fagella* F. (S. 200)

Faltenminen (meist auf der Unterseite) . *Lithocolletis faginella* Zll. (S. 184)

Die Plumulablätter des Aufschlags skelettierend *Cerostoma parenthesellum* L. (S. 177)

Raupen schneiden aus den Blättern kleine kreisrunde Löcher aus
Incurvaria koerneriella Zll. (S. 146)
In den Knospen . . . . *Argyresthia albistria* Hw. (S. 172)

An Birke und Erle.

Zuerst in den Kätzchen fressend, dann an der Rinde
Argyresthia goedartella L. (S. 171)
Platzminen auf der Unterseite, die oft die ganzen Blätter bedecken und zum Abfallen der Blätter führen
Coleophora fuscedinella Zll. (S. 193) und *binderella* Koll. (S. 197)
Schmale, geschlängelte Minen in den Blättern mit deutlicher Kotlinie
Nepticula-Arten (S. 143)
In zusammengerollten Blättern . . . . . . *Teleia proximella* Hb. (S. 206)
In den Knospen . . . . *Argyresthia albistria* Hw. (S. 171)

An Ahorn.

Raupe zuerst minierend im Blatt, später im Innern eines tütenförmig aufgerollten Blattes . . . . . *Gracilaria rufipennella* Hb. (S. 178)
Schmale, geschlängelte Minen in den Blättern *Nepticula aceris* Frey. (S. 143)
Raupe den Samen ausfressend . . . . . *Nepticula sericopeca* Zll. (S. 139)

An Esche und Syringe (Oleaceen).

Raupen gesellig (zu 6—10 Stück) zuerst im Blatt minierend, dann frei in einem aufgerollten Blatteil den Fraß fortsetzend (häufig an Syringa, doch auch an Esche) . . . . *Gracilaria syringella* F. (S. 179)
Raupe höhlt die Endknospe und bisweilen noch den Trieb aus
Prays curtisellus Dup. (S. 154)

An anderen Laubbäumen (Pappel, Weide, Ulme usw.)

Geschlängelte Minen in den Blättern, meist mit deutlicher Kotlinie
Nepticula-Arten (S. 142)
In den Knospen . . . . *Argyresthia pygmaeella* Hb. (S. 171)
und andere *Argyresthia*-Arten (S. 172)

Anhang.

Raupen unter Rinde, in faulem Holz, Mulm, an Flechten usw. lebend
Borkhausenia-Arten (S. 202)
Raupen (mit Sack) am Boden, an abgefallenen Blättern oder Nadeln fressend . . . . *Adela*-Arten (S. 146)

In Hausvorräten.

Raupe zerstört Wollstoffe, Haare, Federn, Insektensammlungen usw.
Tineola biseliella Hum. (S. 148), *Trichophaga tapetiella* L. (S. 152)
Ebenfalls Wollstoffe, Federn, Felle usw. zerstörend. Vor allem schädlich in Bettfedernlagern. „Pelzmotte" . . *Tinea pellionella* L. (S. 151)
In Schwämmen (Baumschwämmen, getrockneten Speisepilzen) und in Korken. Vor allem schädlich durch die Zerstörung der Korke. „Korkmotte" . . . . *Tinea cloacella* Hw. (S. 151)
In Getreidevorräten aller Art
Tinea granella L. (S. 151), *Sitotroga cerealella* Oliv. (S. 208)

---

1. Unterfamilie: *Nepticulinae.*

Zwergmotten.

Zu den akuleaten Tineiden gehörend, deren Flügelmembran außer mit Schuppen auch noch mit Stacheln (mikroskopisch klein) besetzt sind.

Winzig kleine Falter mit teils prächtiger Färbung. Flügelgeäder stark modifiziert (Abb. 82). Die *Nepticulinae* enthalten nur 4 Gattungen, von denen *Nepticula* die artenreichste ist.

Nepticula Zll.

Fühler von 1/2 bis 3/4 der Länge der Vorderflügel, die des ♂ meist länger als die des ♀; Kopfhaare hinten schopfig. — Vorderflügel mit rudimentärem Discus, entweder *cu* sehr kurz, ganz mit *m* verschmolzen, *an* und ax_1 lang, bis zum Saum ziehend, oder *cu* lang, am Ende mit *m* verbunden, ax_1 nach der Flügelmitte in *cu* einmündend, in der so entstandenen Schlinge der Rest von *an*; Adern *m* und *cu* der Hinterflügel ungeteilt (Abb. 82).

Die Raupen haben 18 ziemlich gleichförmige, manchmal stark rudimentäre Fußstummel an Segment 2—10. Sie minieren meist in Blättern, dann auch in Samen. Die Minengänge sind zuerst meist eng und besitzen in der Mitte eine Kotlinie; sie können gerade, gebogen oder selbst so konzentrisch aufgewunden verlaufen, daß sie Platzminen vortäuschen[1]). Einige Arten machen auch wirkliche Platzminen. Die Raupen verlassen die Minen oberseitig und verpuppen sich außerhalb in ziemlich festem Kokon an der Rinde usw. Zum Schlüpfen tritt die Puppe aus dem stumpfen Kokonpol hervor. Die Nepticulen sind ein- oder zweibrütig; manche Arten haben mehrere Generationen hintereinander. Bei einigen Arten ist das Raupenstadium sehr kurz und braucht nicht einmal 2 Tage. Die Überwinterung erfolgt teils als Raupe im Puppenkokon, teils wird das Wintergehäuse im Frühjahr verlassen und dann erst der Puppenkokon gefertigt.

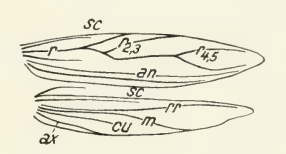


Abb. 82. Flügelgeäder von *Nepticula (plagicoletta* Stt.) Nach Spuler.

Die Gattung enthält weit über 100 Arten, deren Minen meist in den Blättern der verschiedenen Laubbäume vorkommen. Als forstlich beachtenswert ist bis jetzt nur eine Art (*N. sericopeza* Zll.) bekannt geworden.

Nepticula sericopeza Zll.

Ahornminiermotte.

Taf. I, Fig. 2.

Falter: Kopf roströtlich behaart, Fühler bräunlich. Vorderflügel schwarzbraun; die Wurzel, eine schräge Binde vor der Mitte und zwei Flecken in der Endhälfte gelblich. Hinterflügel grau mit bräunlich grauen Fransen. Thorax dunkel, Hinterleib braungrau. Spannweite 6 mm. Die Raupe ist bernsteinfarbig; bei den jungen Stadien die Beine rückgebildet (Abb. 83 A), am Hinterende des Abdomens mit 4 Chitinleisten, 2 seitlichen, 1 dorsalen und 1 ventralen. Puppe kurz und breit; die Einzelheiten s. Abb. 83 B u. C. (Eine ausführliche Beschreibung der Larve und Puppe bei Trägårdh).

Die Raupe scheint nur an Ahorn vorzukommen; die Angabe von Altum, daß sie auch in Akaziensamen vorkommt, ist mit einem Fragezeichen zu versehen.

Die Ahornminiermotte wurde schon von Hartig (1870) als Zerstörerin

[1]) Manche *Nepticula*-Minen zeichnen sich dadurch aus, daß sie bzw. der von ihnen eingenommene Blatteil bei der Herbstverfärbung ihre grüne Färbung behalten („grüne Inseln" im gelben Blatt). Man hat dabei an die Wirkung des Sekretes der jungen Raupe gedacht. Trägårdh (1913) hat aber gezeigt, daß die „Chlorophyllkonservierung" einfach darin besteht, daß durch Abbeißen der Leitungsbahnen der herbstliche Abbau der Blattzellen an den Stellen der Mine verhindert wird. So findet die Raupe auch noch im Herbst grüne Blatteile vor, in denen sie ihre Fraßtätigkeit fortsetzen kann.

des Ahornsamens in die Forstentomologie eingeführt. Ihre Biologie wurde aber erst in neuerer Zeit geklärt, und zwar durch Trägårdh (1913 c), der sie in Schweden bei Stockholm eingehend zu untersuchen Gelegenheit hatte. Doch sind auch jetzt noch verschiedene Lücken in unserer Kenntnis; so vor allem bezüglich der Zahl der Generationen. Tutt spricht von 2—3 Generationen im Jahr (Flug des Falters April/Mai, Juni/Juli und nochmals im

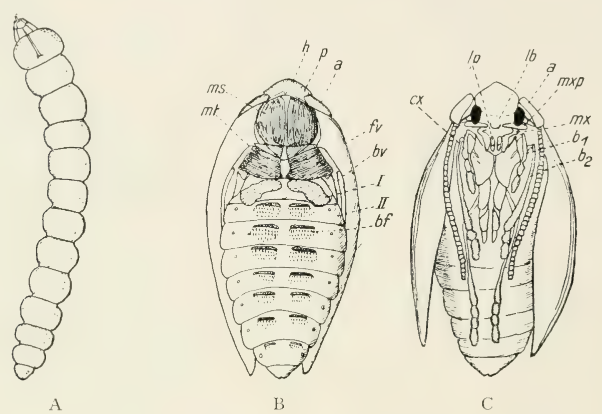


Abb. 83. A Junge Larve von *Nept. sericopeza* Zll. (Bauchseite), B und C Puppe, dorsale und ventrale Ansicht. *a* Fühler, b_1 und b_2 erstes und zweites Beinpaar, *bv* Hinterflügel, cx_1 erstes Coxenpaar, *fv* Vorderflügel, *lb* Labrum, *lp* Labialpalpen, *ms* Mesothorax, *mx* Maxille, *mxp* Maxillarpalpen, *p* Prothorax, *I* und *II* erstes und zweites Abdominalsegment. Nach Trägårdh.

August [Ende], September). Manche Autoren (Hartmann, Nitsche, Nüßlin) geben ferner an, daß die Larve der ersten Generation in den Blättern, jene der zweiten in den Früchten miniere; andere dagegen, wie Sorhagen und Taut, stimmen darin überein, daß die Larve der ersten Generation nicht bekannt sei. Wahrscheinlich herrschen, wenigstens bezüglich der Generationszahl, wesentliche Unterschiede je nach der geographischen Breite. Trägårdh fand bei Stockholm Larven zum erstenmal Mitte August und dann nochmals Mitte Oktober.



Abb. 84. Anfangsmine einer *Nepticula*-Raupe vom rechten „Flügel" zur Samenleiste. Nach Trägårdh.

Die Eier werden gewöhnlich an die Samenflügel abgelegt; das Räupchen bohrt sich durch die Eischale, die Epi- und Hypodermis zum Parenchymgewebe durch. Die Mine verläuft in mehr oder weniger gerader Richtung gegen die Samenkammer (Abb. 84), in die sie jedoch nicht an der nächstgelegenen Stelle

eindringt. Die Samenkammer ist nämlich mit einer dichten Lage von Bastzellen ausgekleidet, die augenscheinlich ein undurchdringliches Hindernis für die junge Larve darstellt. So wandert sie bis zu der Stelle, wo diese Schicht fehlt, d. i. die Samenleiste (in der Mitte zwischen den beiden Flügeln), und wo sie ohne Schwierigkeit eindringen kann. Ist die Raupe in der Fruchtkammer angelangt, so frißt sie den größten Teil des Samens aus und erfüllt den Raum mit ihren Exkrementen (Abb. 85). Erwachsen ist die Raupe kräftig genug, die dichte Faserschicht zu durchnagen; sie verläßt nun die Kammer, um in einem länglich-linsenförmigen Gespinst zu überwintern. Nach manchen Autoren soll letzteres nur provisorisch sein und erst nach der Überwinterung durch einen definitiven Puppenkokon ersetzt werden, während dies nach Trägårdh nicht immer zutrifft. Die Verpuppung scheint nach den verschiedenen Angaben in der Literatur an verschiedenen Stellen stattzufinden, an der Außenseite der ausgefressenen Samen, an den Blättern usw.

Der Kokon besitzt am breiteren Ende einen horizontalen Spalt, welcher sich seitwärts bis zu einem Drittel der Länge ausdehnt. Die Lippen dieser

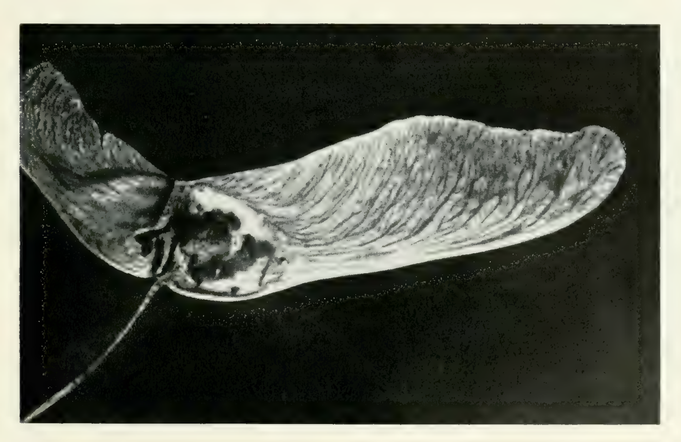


Abb. 85. Ahornsamen, ausgefressen von der Raupe von *Nepticula sericopeza* Zll. Nach Trägårdh.

Spalte sind durch die Elastizität ihrer Gewebe zusammengepreßt. Durch diese Spalte nimmt die Puppe ihren Weg, wenn die Motte ausschlüpft (Abb. 86).

Forstlich macht sich der Raupenfraß durch vorzeitiges Abfallen der Ahornsamen bemerkbar. Die reichlich am Boden liegenden Samen zeigen im frischen Zustand unter der Oberhaut der grünen Samenhülle einen zarten, braunen, geschlängelten Gang (Hartig).

Von den übrigen zahlreichen *Nepticula*-Arten leben noch viele als Minierer in den Blättern von Forstpflanzen, ohne jedoch eine wirtschaftliche Bedeutung zu erlangen, wenn sie auch dem aufmerksamen Beobachter durch ihre Minen nicht entgehen. Vor allem findet man *Nepticula*-Minen häufig an Eiche, dann an den ver-

schiedenen *Populus*- und *Salix*-Arten, an Birke, *Crataegus* usw. Es seien nur folgende genannt:

An Eiche.

N. atricapitella Hw. Mine unregelmäßig geschlängelt. Nach Werth (1925) bisweilen bei Berlin so massenhaft (auf *Quercus sessiliflora*), daß kaum ein Blatt zu finden ist, auf dem nicht eine oder mehrere Minen vorhanden sind.

N. ruficapitella Hw. Ebenso.

N. basiguttella Hein. Mine unregelmäßig, dunkelbraun.

N. subbimaculella Hw. Raupe erzeugt zuerst einen feinen Gang in dem Winkel zwischen der Haupt- und einer Nebenrippe, dieser erweitert sich später zu einem großen Platz in diesem Winkel, und die Umgebung desselben ist auch am schon vergilbten Blatt noch frisch grün gefärbt (Abb. 87). (Trägårdh 1913, Hering 1927.)

N. quinquella Bedell, Mine schmal, stark gewunden, (bis 72 in einem Blatt beobachtet).

An Populus-Arten:

N. turbidella Zll. Erst im Stiel, dann in rundlicher, brauner Mine im Blatt. Kot in zweizeiligen Reihen angeordnet, da die Raupe in den Fraßpausen usw. immer wieder in den Blattstiel zurückkehrt.



Abb. 86. Zwei Kokons von *Nepticula sericopeza* Zll. Bei dem rechten Kokon ist die Puppe hervorgeschoben. Nach Trägårdh.

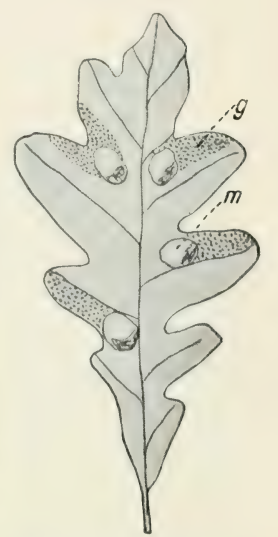


Abb. 87. Eichenblatt mit 4 Minen von *Nepticula subbimaculella* Hw. Die außerhalb der Minen (*m*) gelegenen Blattpartien (*g*) haben nach der Bräunung des übrigen Blattes ihre grüne Farbe behalten. Nach Trägårdh.

N. trimaculella Hw. In geschlängelter Mine an der Unterseite (Ausnahme unter den Nepticulinen).

N. argyropeza Zll. Mine wie bei *turbidella* zuerst im Stiel, dann im Blatt. Kot ebenfalls wie bei *turbidella* zweizeilig angeordnet. Die Umgebung der Mine bleibt im Herbst im gelbgewordenen Blatt grün. („Grüne Insel.") Über die Bedeutung dieser Erscheinung siehe oben S. 139, Fußnote.

An Salix-Arten.

N. salicis Stt. Mine anfangs schmal, dann fleckartig verbreitert. An *Salix caprea*.

N. vimineticola Frey. Mine ähnlich. An *Salix vim.* und *alba*.

An Birke.

N. betulicola Stt. Mine geschlängelt; Kot als schmaler Streifen in der Mitte.

N. luteella Stt. Mine wenig geschlängelt, meist winklig gebrochen; Kot die ganze Breite des Ganges ausfüllend.

An Buche.

N. basalella H. S. Mine ziemlich lang, stark gewunden (Abb. 88 A).

N. turicella H. S. Mine lang, unregelmäßig gewunden. Im Herbst 1924 bei Berlin sehr häufig (zugleich mit *Lithocolletis faginella* Zll. s. unten) (Werth 1925).

An Ahorn.

N. aceris Frey. Mine lang geschlängelt (Abb. 88 B).



Abb. 88. Verschiedene *Nepticula*-Blattminen: A *Nept. basalella* H. S. an Buche, B *Nept. aceris* Frey an Ahorn, C *Nept. marginicolella* Stt. an Ulme. Nach Spuler.

An Ulme.

N. marginicolella Stt. Lange, geschlängelte Mine dem Blattrand folgend. (Abb. 88 C).

N. ulmivora Fologne. Unregelmäßig geschlängelte Mine.

An Erle.

N. alnetella Stt. In langen, geschlängelten Minen.

N. rubescens Hein. Mine lang, geschlängelt, ganz mit Kot gefüllt.

2. Unterfamilie: *Tischeriinae.*

Schopfstirnmotten.

Ebenfalls zu den akuleaten Tineiden gehörend. Nur eine einzige Gattung:

Gattung Tischeria Zll.

Scheitel mit aufgerichteten, breit abgestutzten Schuppen. Fühler lang, beim ♂ unten mit sehr langen, borstigen Wimpern. Discus der Vorderflügel lang, mit langer Anhangszelle, Basalteil von *m* vorhanden. Äste von *r* getrennt in den VR, 2 Saumäste fehlen. Ader *an* und ax_1 mehr beieinander. Analfeld groß, winklig. Auf den langen schmalen Hinterflügeln *r*, *m* und *cu* getrennt, $m_{1,2}$ angedeutet, *cu* ungeteilt (Abb. 89).

Die Bauchfüße der Raupen sind wenig entwickelt und oft undeutlich; sie minieren in großer, flacher, oberseitiger Mine, aus welcher sie die Exkremente durch einen Spalt hinausschaffen; Verpuppung innerhalb der Mine entweder ohne besonderes Gespinst oder in einem flachen, tellerförmigen Gespinst. Die meisten Arten haben nur eine Generation. In Europa etwa $^1/_2$ Dutzend Arten, von denen eine Art (*T. complanella* Hb.) forstlich beachtenswert ist.

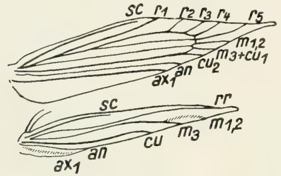


Abb. 89. Flügelgeäder von *Tischeria* Zll. Nach Spuler.



Abb. 90. Raupe von *Tischeria complanella* Hb. Nach Stainton.

Abb. 91. Eichenblatt mit Blasenmine von *Tischeria complanella* Hb. Nach Ratzeburg.

Tischeria complanella Hb.

Taf. I, Fig. 3.

Falter: Vorderflügel matt glänzend, mehr oder weniger hell dottergelb, am Vorder- und Hinterrande, besonders um die Flügelspitze schwach bräunlich bestäubt. Hinterflügel grau mit gelbgrauen, am Hinterrande und am Ende des Vorderrandes an der Wurzel gelblichen Fransen. Kopf, Fühler und Brust gelb, Hinterleib gelblich grau. Spannweite 12 mm.

Raupe (Abb. 90) stark flachgedrückt, gelb, nur Kopf und Afterring etwas dunkler, die 6 Ocellen liegen in einer Reihe, Behaarung äußerst fein. Nur die

3 Paar Brustfüße angedeutet, die Afterfüße verschwindend, nur das letzte Paar als 2 Wülste unter dem letzten Ringe angedeutet. Länge 6 mm. Eine eingehende Beschreibung der Raupe gibt Fulmek (1910).

Puppe gestreckt. Flügelscheiden lang und schmal. Nahe dem Hinterrande der Ringe 2—5 je eine Reihe schwacher Dörnchen. Am Afterende zwei kegelförmige Dornfortsätze.

Der kleine Falter, der von Frankreich bis Rußland und von Schweden bis in die Mittelmeerländer verbreitet ist, fliegt im Mai oder Juni. Das Ei wird wahrscheinlich durch einen besonders ausgebildeten Legeapparat in das Blattgewebe versenkt. Die Raupe, deren Tätigkeit von Juli an bemerkbar wird, frißt zwischen den Epidermisschichten das Blattfleisch der Eichenblätter aus und erzeugt so runde, blasige Minen ungefähr in der Größe eines Zehnpfennigstückes, die aber oft, wenn mehrere Raupen ein Blatt bewohnen, zu einer großen, fast das ganze Blatt einnehmenden Blase zusammenfließen (Abb. 91). Die vertrocknende Epidermis erscheint weißgelb. Die Raupen überwintern in den Minen der abgefallenen Blätter, in denen sie sich auch verpuppen[1]).

Die Motte tritt mitunter so zahlreich auf, daß fast jedes Blatt mit Minen bedeckt ist. Schaal (1879) berichtet von einem Massenvorkommen in Olbernhau (Riesengebirge), bei dem die Eichen schon im Juni eine gelbbraune Farbe annahmen und im September völlig kahl dastanden.

Außer an Eiche kommt *complanella* auch an Kastanie *(Castanea vesca)* vor (Hartmann, Cecconi)[2]).

3. Unterfamilie: *Incurvariinae*.

Miniersackmotten.

Ebenfalls zu den akuleaten Tineiden gehörig, d. h. Flügel außer mit Schuppen noch mit festsitzenden Chitinstacheln besetzt. Flügel oval, zugespitzt, mit wohlentwickeltem Discus. Vorderflügel mit Anhangszelle und erhaltenen Teilen von *m*.

Abb. 92. Flügelgeäder von *Incurvaria*. Nach Spuler.

Gattung Incurvaria Hw.

Fühler kürzer als der VR, beim ♂ mit oder ohne kolbige Kammzähne. Auf den Vorderflügeln r_3 und r_4 nicht gestielt, r_5 in den VR (Abb. 92).

Die meisten Raupen leben in der frühesten Jugend in Minen an den Blättern der verschiedenen Laubbäume. Nach der ersten Häutung schneiden sie ein kreisrundes bis elliptisches Stück aus dem ausgehöhlten Blatt heraus, und in diesem

[1]) Eine andere *Tischeria*-Art, *T. decidua* Wck. (ebenfall an Eiche) schneidet aus der Mine ein kreisrundes Stück heraus, benützt dieses als Sack und läßt sich in demselben zur Erde fallen, wo sie eine geschützte Stelle zur Verpuppung sucht.

[2]) Hering (1926, S. 124) macht darauf aufmerksam, daß die Beschränkung der *T. complanella* Hb. auf Eiche und *Castanea* sehr gut mit dem serologischen Verhalten der beiden Pflanzen übereinstimmt, insofern, als *Castanea* und *Quercus* bei serologischer Prüfung die gleiche Reaktion geben, also eine große Ähnlichkeit der Eiweiße ihrer Gewebe aufweisen.

flachen Säckchen lassen sie sich zur Erde fallen, wo sie dann angewelkte Blätter benagen. Der Fraß ist an den ausgeschnittenen runden oder ovalen Löchern leicht zu erkennen (Abb. 93). Einige Raupen leben in Zweiganschwellungen.



Abb. 93. Ein Birkenblatt mit zahlreichen von *Inc. körneriella*-Raupen ausgeschnittenen Löchern. Nach Trägårdh.

Inc. koerneriella Zll. (Grünlich erzfarbig, Kopfhaare hell rostgelb. Spannweite 16,5—18,5 mm.) An Birke, Buche und Linde (Abb. 93).

Inc. muscalella F. (Dunkelgelbbraun mit 2 weißlich dreieckigen IR-Flecken. Kopfhaare rostgelb. Fühler beim ♂ stark und gekämmt. Spannweite 14—16,5 mm.) An Eiche und *Castanea vesca*.

Inc. pectinea Hw. (Der vorigen ähnlich, Vorderflügel grünlicher, Flecken undeutlich.) An *Betula, Corylus* und *Alnus*.

Inc. tenuicornis Stt. (Vorderflügel dunkelgraubraun, zeichnungslos.) Von Baer und Schütze aus Zweiganschwellungen an Birke gezogen; die Raupe lebt vielleicht auch als Mitbewohner der Zweiggalle von *Epiblema tetraquetrana* Hw. (siehe dort).

Gattung Adela Ltr.

Auffallend metallisch gefärbte Motten mit langen Fühlern. Die Augen auch bei den ♂♂ um mehr als Augendurchmesser voneinander getrennt, das Gesicht breiter als hoch. Fühler sehr lang, bis 4 mal so lang als der Vorderflügel (Abb. 94 und Taf. I, Fig. 4).

Die auffallenden Falter findet man von Mai bis August häufig auf Blättern in dachförmiger Flügelhaltung sitzend oder im Sonnenschein fliegend. Sie tanzen oft in großer Gesellschaft, zu Hunderten, dicht gedrängt, auf und nieder, „wobei sie ihre langen Fühler senkrecht in die Höhe halten gleich Silberfädchen, getragen von den herrlich glänzenden Flügeln". Es ist entschieden eine Art Hochzeitsflug, den die hübschen Tierchen da aufführen. Erst gegen Abend, nach dem Scheiden der Sonne, löst sich der Knäuel, und die einzelnen Pärchen verschwinden dann zwischen dem Laube (Taschenberg).



Abb. 94. *Adela ochsenheimerella* Hb. $2^1/_2\times$.

Die Raupen leben ganz ähnlich wie die *Incurvaria*-Raupen (s. oben); sie machen sich aus Blattstückchen ein flaches, ovales, oft in der Mitte eingeschnürtes oder birnförmiges, an beiden Seiten offenes Säckchen, in dem

sie die meiste Zeit ihres Lebens am Boden von abgefallenem Laub und abgefallenen Nadeln leben.

Forstlich ohne Bedeutung; doch eine auffallende Erscheinung und außerdem auch waldbiozönotisch nicht ohne Interesse (Verarbeiter der Streu).

Adela ochsenheimerella Hb. (Taf. I, Fig. 4). Vorderflügel goldgelb, mit violetten Binden. An abgefallenen grünen Nadeln.

Adela congruella F. R. Kleiner, Vorderflügel goldgelb, in der Wurzelhälfte und vor der Spitze mit dunklen Längslinien, dazwischen mit einer goldgelben, violett eingefaßten Querbinde. Raupe wie die vorige lebend.

Adela viridella Zll. Dunkelgrün, messingglänzend, am VR kupferig, Hinterflügel schwarz, purpurblau angeflogen. Kopfhaare schwarz. An Buchen- und Eichenlaub.

4. Unterfamilie: *Tineinae*.

Kopf ganz oder wenigstens doch auf dem Scheitel rauhhaarig. Fühler stets kürzer als der VR der Vorderflügel; Wurzelglied nicht scheibenförmig; Augendeckel fehlen. Palpen kurz, dünn, hängend. Vorderflügel gestreckt, vom VR und IR her allmählich zu der meist gerundeten Spitze zulaufend. Discus mit mehr oder weniger deutlich abgegrenzter Anhangszelle. Ader r_5 teils in den VR, teils in die Spitze oder den Saum verlaufend; r_3 und cu_1 nie gestielt. Hinterflügel breit lanzettlich, nicht von beiden Seiten her zugespitzt, Fransen nicht länger als die Hinterflügel breit.

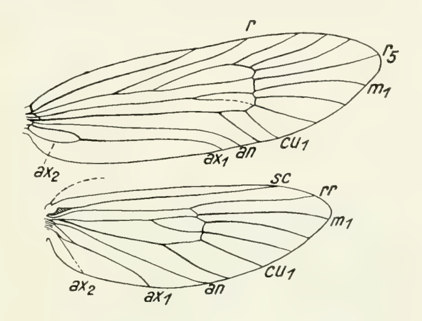


Abb. 95. Flügelgeäder einer *Tinea*-Art. Nach Spuler.

Raupen in ausgesponnenen Röhren; Puppen vor dem Schlüpfen weit aus dem Gehäuse hervortretend.

Die Tineinen enthalten ca. 17 europäische Gattungen, von denen wir hier drei nennen wollen: *Tinea* Zll., *Tineola* H. S. und *Trichophaga* Rag. Eine eigentliche forstliche Bedeutung (Schädigung von Forstpflanzen) kommt keiner Art dieser Gruppe zu. Doch machen sich einige Arten durch Zerstörung von Pelzwerk, Hausvorräten (wie getrockneten Pilzen, Getreide, Insektensammlungen usw.) recht unangenehm bemerkbar, so daß sie wohl zu den „populärsten" Kleinschmetterlingen gehören. Wir wollen daher die häufigsten Arten hier behandeln, da sie gewiß auch für den Forstmann Interesse besitzen.

Die drei genannten Gattungen, denen diese „Hausmotten" angehören, lassen sich wie folgt charakterisieren:

1. Mittelsporne der Hinterschienen deutlich vor der Mitte der Schiene (Abb. 96 A) 2
— Mittelsporne an oder hinter der Mitte. Im Vorderflügel der Abstand zwischen r_2 und r_3 an ihrem Ursprung mehrmals größer als der Abstand zwischen r_3 und r_4 (Abb. 96 B). Fühler unbewimpert . . *Tineola* H. S.

2. Im Vorderflügel r_1 und r_2 normal gegen den Vorderrand gerichtet Fühler beim ♂ kurz und fein bewimpert . . . . *Tinea* Zell.
— Im Vorderflügel r_1 am Ende an r_2 herabgebogen und dort mit ihr vereinigt; das gleiche gilt für r_2, die an r_3 gebogen ist (Abb. 96 C). Vorderflügel mit deutlicher Zeichnung . . . . *Trichophaga* Rag.

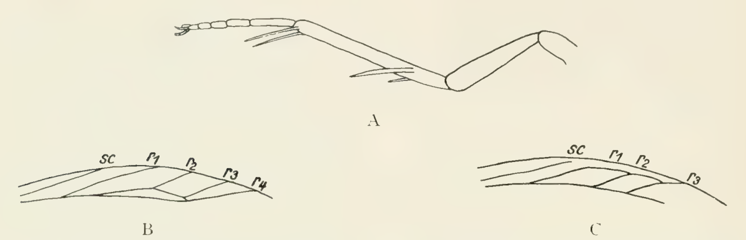


Abb. 96. A Hinterbein von *Tinea*, B Vorderteil des Vorderflügels von *Tineola* (r_3 näher an r_4 als an r_2), C Vorderteil des Vorderflügels von *Trichophaga* (Radialäste umgebogen). Nach Hering.

Tineola biseliella Hum.

Die Kleidermotte.

Taf. I, Fig. 6.

Vorderflügel glänzend hellockergelb, der VR an der Wurzel gebräunt; Hinterflügel gelblich grau mit grauen Fransen. Kopfhaare rostgelb. Spannweite 12—16 mm.

Die Bionomie dieser allverbreiteten und gefürchteten Motte (sie ist unter den Hausmotten weitaus die schädlichste) ist in letzter Zeit gründlich erforscht worden, vor allem durch Titschak (1922 und 1927).

„Sogleich nach der Kopulation beginnt das Weibchen mit der Eiablage, wozu es die Legeröhre unter tastenden Bewegungen hervorstreckt und nach und nach einzeln die Eier ablegt, die nicht angeklebt, sondern lose auf den Stoff gelegt werden. Je nach der Wärme kann die Eiablage schon nach 2 oder erst nach 30 Tagen beendet sein. Die Anzahl der Eier ist abhängig von der Ernährung des Muttertieres im Raupenstadium und kann bis 220 betragen. Die Eier haben etwas unregelmäßig ellipsoide Gestalt; ihre Länge schwankt von 0,4 bis 0,7, ihre Breite von 0,28—0,38 mm. Unbefruchtete Eier gelangen nicht zur Entwicklung. Bei 20° C verlassen die Räupchen die Eihülle nach 12 Tagen. Die Raupen spinnen Seidenfäden, die ihnen einerseits auf glatten Flächen die Fortbewegung ermöglichen, andererseits zur Herstellung ihrer Fraß- und Verpuppungslöcher dienen. Erstere sind langgestreckte Gespinströhren, die die Länge der Raupe bis zu 15 mal übertreffen, die Haarmassen der Felle, die Wollfäden der Gewebe durchbohren, sich dabei oft spiralig winden oder geknickt, oft sogar ganz unregelmäßig verlaufen (Abb. 98). Sie werden um so länger, je ungünstiger der Nährboden ist. Die Raupe frißt an beiden Ausgängen des Köchers, in dem sie sich umwenden kann. Wenn die Raupe genügend gefressen hat, schreitet sie zur Verpuppung.



Abb. 97. Die Kleidermotte *Tineola biseliella* Hum. $2^1/_2 \times$.

Die Dauer des Raupenstadiums ist also von Wärme und Nährstoff abhängig. Auf Rinder- und Kaninchenhaaren verläuft bei 20—25° C die gesamte Entwicklung in $3^1/_2$—4 Monaten, auf Wollstoffen dauert sie da-

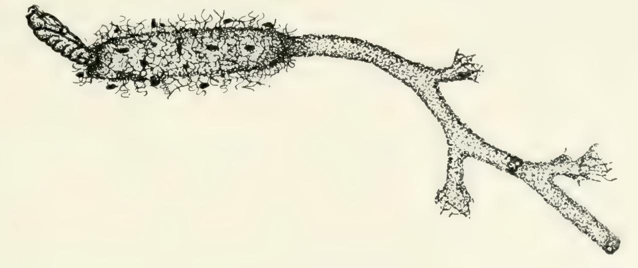


Abb. 98. Fraßröhre einer Kleidermottenraupe mit Kokon. Die bereits vom Falter verlassene Puppenhülle ragt aus dem Kokon hervor. Etwa 3 mal vergrößert. Nach Severin aus Zacher.

gegen bei derselben Temperatur 10 Monate! Im allgemeinen kann man bei uns mit 2—4 Bruten im Jahr rechnen. Die Entwicklungsdauer verkürzt sich bei höherer Wärme. Sie beträgt bei 15° für Männchen durchschnittlich 186,5 Tage, für Weibchen 195,5, bei 30° aber nur 61,8 bzw. 72,5 Tage.

Zur Verpuppung wandert die Raupe häufig aus dem Nährmaterial aus und klettert an höher gelegene Stellen, wo sie sich einen Verpuppungsköcher baut, der stets an Stellen angelegt wird, wo der Falter unbeschädigt an die Oberfläche gelangen kann. Zur Bekleidung des Verpuppungsköchers wird immer das Material aus der unmittelbaren Umgebung genommen, so daß der Köcher stets in der Farbe sich der Umgebung völlig anpaßt. Dabei werden manchmal Stoffe verwandt, die für die Ernährung der Raupe gar nicht in Betracht kommen, wie Baumwolle, Pappe, Asbest, Kork usw. Der Puppenköcher ist allseitig geschlossen und festgewebt, so daß er der Puppe guten Schutz gewährt. Die Puppenruhe bis zum Schlüpfen dauert 14—44 Tage" (Zacher 1927).



Abb. 99. Mottenfraß an Federn. Nach Zacher.

Die Kleidermotte zerstört nicht nur wollene Kleidungsstücke und Kleidungstücke aller Art, sondern geht auch an Roßhaar und andere Tierhaare (Bürsten), sowie an Federn (Abb. 99). Auch Insektensammlungen können ihr zum Opfer fallen. Großen Schaden

richten die Kleidermotten auch in Käsefabriken an, wo sie das Kasein befallen. Endlich wurden sie auch in Pflanzenstoffen angetroffen, wie in Peluschken und Grieß (Zacher).

Wie groß der Schaden zu bewerten ist, geht aus einer (allerdings theoretischen) Berechnung Titschaks (1927) hervor, wonach die Nachkommen eines einzigen Weibchens zu ihrer Ernährung bei 20 Grad im Laufe eines Jahres rund 30 kg Wolle verbrauchen (bei dauernder Wärme von 30^0 würde sich der entsprechende Nahrungsbedarf auf das 6000fache erhöhen!).

Bekämpfung[1]): Der Fang der durch die Zimmer fliegenden Motten hat nur geringen Wert, da die fliegenden Stücke zumeist ♂♂ oder alte, eierleere Weibchen sind. Die Beachtung der fliegenden Motten hat nur insofern Wert, als man hierdurch auf die Brutstätten aufmerksam gemacht werden kann.

Da die Eier nur lose sitzen, so kann die mechanische Behandlung der Stoffe von guter Wirkung sein (klopfen, bürsten, schütteln). Aussetzen der Stoffe dem Sonnenlicht ist zu empfehlen; bei dunklen Stoffen tritt die tödliche Wirkung rascher ein als bei hellen. Auch tiefe Temperaturen wirken tödlich (Kühlräume). Dicht schließende Kästen oder Umhüllungen aus Papier usw. halten die ♀ ab.

Die Zahl der Mottenmittel ist Legion; die wenigsten davon halten das, was deren Hersteller versprechen.

„Das bekannteste Mottenmittel ist Naphthalin, dessen Wirkung je nach Güte des Fabrikates verschieden ist. Es genügt im allgemeinen 1 Pfund auf 6—10 Kubikfuß (450 g auf $^1/_6$ bis $^1/_4$ cbm). Kampfer wirkt schwächer und weniger zuverlässig. Viel gebraucht wird auch Paradichlorbenzol, das unter dem Namen „Globol fest" im Handel ist. Auch frisches, gutes Insektenpulver tötet die Mottenraupen, wenn man die Sachen gut damit bestäubt und dann in dicht schließende Behälter bringt. Als langsam wirkendes Mittel hat sich Hexachloräthan bewährt, das unter dem Namen „Mottenhexe" im Handel ist. Pfeffer hat keine genügende Wirksamkeit und kann höchstens manchmal die Weibchen von der Eiablage abhalten.

„Für die Bekämpfung in gewerblichen Betrieben kommt die Vergasung der Lagerräume mit Schwefeldioxyd, Schwefelkohlenstoff, Areginal, Tetrachlorkohlenstoff oder Blausäure in Frage oder für Einzelstücke und kleine Posten Anwendung derselben Gase (besonders Tetrachlorkohlenstoff oder Areginal) in Vergasungskisten. Blausäure kommt nur für Großbetriebe in Frage, da die Anwendung nur mit behördlicher Konzession vorgenommen werden darf" (Zacher).

„Einen ganz neuen Weg der Bekämpfung bietet das unter dem Namen „Eulan" von der Firma I. G. Farbenindustrie (Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer) in den Handel gebrachte Präparat. Die Grundlage bildete die Beobachtung, daß gewisse grüne Stoffe nicht von Motten gefressen werden, zu deren Färbung ein bestimmter, heute nicht mehr gebräuchlicher Teerfarbstoff, das „Martiusgelb" verwendet worden war. Hiervon ausgehend, ist es gelungen, ein farb- und geruchloses Mittel herzustellen, das die damit durchtränkte Wolle vollkommen „mottenecht" macht. Die Mottenraupen fressen die mit diesem „Eulan" genannten Präparat behandelte Wolle nicht, und soweit sie doch kleine Teilchen davon abbeißen, zeigen sie eine hohe Sterblichkeit, die durch die spezifische Giftwirkung des „Eulans" be-

---

[1]) Zacher, Fr., Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Berlin (P. Parey) 1927.

wirkt wird. Die Raupen verlieren jede Freßlust, wandern unstet umher und spinnen keine Röhren mehr.

„Das ‚Eulan'-Verfahren ist mit Erfolg anwendbar, sowohl für Garne, lose Wolle und Kammzug wie für Strickware, ferner auch für Federn, Roßhaare und Borsten. Pelze kann man bei der Gerbung oder Färbung, nicht mehr aber als tragfertige Pelze behandeln" (Zacher).

Tinea pellionella L.

Pelzmotte.

Kopf gelb, Augen breiter als der Zwischenraum zwischen ihnen. Vorderflügel fettglänzend hellgelb, manchmal mit mehreren deutlichen dunklen Punkten. Flügelsaum gelblich. Hinterflügel so breit wie die Vorderflügel, hellgrau. Fühler und Palpen dunkel. Spannweite 11—17 mm. Die Raupen unterscheiden sich von denen der vorigen Art durch ihren schwarzen Kopf.

Diese kosmopolitische Art lebt ähnlich wie die Kleidermotte. Doch unterscheiden sich die Raupen in ihrer Lebensweise insofern von diesen, als sie nicht in festsitzenden Gespinströhren leben, sondern in selbstgesponnenen Köchern, die sie dauernd mit sich herumtragen und entsprechend ihrem Wachstum vergrößern. Erwachsen, heften sie ihre Köcher mit eigenen Seidenfäden an der Unterlage fest (Zacher).

Die Pelzmottenraupe frißt an allerlei Wollstoffen, Fellen, Federn usw. In Haushaltungen ist sie bei uns im allgemeinen nicht häufig; dagegen treten sie in Bettfedernhandlungen oft sehr schädigend auf (Zacher). Bekämpfung wie bei der vorigen Art.

Tinea cloacella Hw.

Schleusenmotte, Korkmotte.

Taf. I, Fig. 5.

Falter: Gelbbraun, weißlich gemischt; der Schulterfleck rundlich, nicht bis zur Falte reichend. Hinterflügel stumpfwinklig. Kopfhaare rostgelb. Raupe weißlichgelb, mit feinen, braunen Wärzchen und hellbraunem Nackenschild. Spw. 15—18 mm.

Die Korkmotte steht sowohl morphologisch als auch biologisch der in Getreidespeichern so sehr gefürchteten Getreidemotte *(Tinea granella* L.) sehr nahe. Biologisch unterscheidet sie sich insofern von dieser, als sie feuchte Nahrung und Aufenthaltsorte bevorzugt, während die Getreidemotte nur an trockene Samen geht.



Abb. 100. Die Korkmotte, *Tinea cloacella* Hw. $2^1/_2 \times$.

Der Falter fliegt meist von Mai bis Juli (kann aber auch schon im April und noch im September beobachtet werden). Die Raupen überwintern und verwandeln sich im folgenden Frühjahr in die Puppe, die sich aus ihrem Gespinst herausschiebt.

Über den Schaden schreibt Zacher (S. 216): So lange die Raupen nur Schimmelpilze fressen oder im Freien an Baumschwämmen vorkommen, sind sie ohne Bedeutung. In Weinkellern dagegen können die Verluste großen

Umfang annehmen. Hunderte von Flaschen wertvoller Weine sind schon dadurch vernichtet worden, daß die Raupen die Korken zerfressen haben (Abb. 101). Krausse (1916) beobachtete die Raupen in getrockneten Steinpilzen, die sie völlig zerstörten bzw. unbrauchbar machten. Die zerfressenen Pilze bildeten Klumpen, bestehend aus durch Fäden zusammengesponnenen Pilzresten und Exkrementen. Hartmann gibt als Fraßorte an: faulendes Holz von Eichen, Buchen, Birken und Weiden.

Zur Vorbeugung gegen Korkfraß empfiehlt Stellwaag (1928, S. 757) Anwendung von Metallhülsen. Blausäureräucherungen des Kellers haben guten Erfolg gezeitigt, lassen sich aber nur in solchen Kellern durchführen, die ganz dicht abgedichtet werden können.

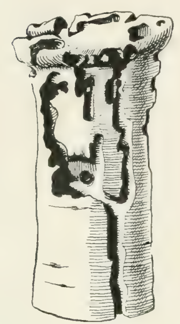


Abb. 101. Kork einer Weinflasche, von *Tinea cloacella* Hw. benagt. Nach Stellwaag.

Wie *cloacella* leben noch eine ganze Anzahl anderer *Tinea*-Arten in faulendem Holz, Baumschwämmen usw., wie:

T. parasitella Hb. (in Holzschwämmen und faulem Holz).
T. corticella Curt. (in Buchenschwämmen),
T. quercicolella H. S. (in Schwämmen und krebsartigen Auswüchsen alter Eichen).
In Vogelnestern lebt:
T. fuscipunctella Hw. (in Vogelnestern, Taubenställen, Mehlwurmtöpfen usw.)

Trichophaga tapetiella L.

Tapetenmotte.

Eine größere Motte (12—24 mm) mit ausgesprochener Vorderflügel-Zeichnung: Am Grunde sind die Vorderflügel schwarzbraun, die übrigen zwei Drittel gelblichweiß mit bräunlichem Spitzenfleck. Die Kopfhaare weiß.

„Die Larven, die wie die Kleidermottenlarven Gänge in das Nährmaterial fressen und ihre Seidenköcher festspinnen wie diese, oder in einem Säckchen leben wie die Pelzmotte, erreichen eine Länge von 13 mm. Verbreitung: Europa, Westasien, Japan, Nordamerika. Sie bevorzugen gröbere Gewebe, schädigen Fußboden- und Wandbespannung, Möbelpolsterung, Teppiche, Pferdedecken, Felle, Häute und Pelze und sollen sogar Papiertapeten angegriffen haben (letzteres wohl Irrtum, es wird Stofftapete gewesen sein). Sie ist bei uns auch im Freien vorhanden, wo sie in den vorwiegend aus Mäusehaaren bestehenden Gewöllen von Schleiereulen und anderen Raubvögeln gefunden wurde. Auch in Bettfederhandlungen treten sie zuweilen stark schädigend auf. Bekämpfung wie bei der Kleidermotte" (Zacher).

5. Unterfamilie: *Hyponomeutinae.*

Kopf deutlich abgegrenzt, mit breiter, gewölbter Stirn, oben dicht wollig oder etwas anliegend behaart. Fühler vorne über den Augen befestigt, von $^1/_2$—$^3/_4$ VR-Länge, dünn, beim ♂ pubeszent. Palpen schwach aufgebogen oder hängend, ziemlich klein. Vorderflügel bis $^2/_3$ gleich breit, oder wenn verbreitert, dann VR abgebogen. Zumeist geht r_1 früh ab und ist eine große

Anhangszelle vorhanden; r_4 und r_5 (trennen sich oft erst nach dem Discus) umfassen die Spitze. Wenn r_2—r_5 um die Discusspitze zusammengedrängt stehen, so fehlt die Anhangszelle. Vor r_1 meist die Membran getrübt (Stigma). Ader *an* gegen den Saum kräftig, Wurzelschlinge bisweilen sehr groß. Hinterflügel bis $^1/_3$ oder $^1/_2$ mit vorgebauchtem Vorderrand.

Raupen sehr verschieden lebend, viele minierend in Blättern, Nadeln, Knospen oder Früchten, andere gesellig in großen Gespinsten lebend. Die Falter ruhen mit dachförmigen Flügeln.

Ca. 20 Gattungen und ca. 120 europäische Arten, von denen nur wenige forstlich schädlich bzw. beachtenswert sind.

Die hier behandelten Gattungen lassen sich dichotomisch folgendermaßen darstellen:

1. Im Vorderflügel gehen 5 Adern in den VR (Abb. 102) 2
— Im Vorderflügel gehen nur 4 Adern in den VR 7
2. Im Hinterflügel *rr* und m_1, also die die Spitze umgreifenden Adern, lang gestielt . . . . 8. *Cerostoma* Ltr.

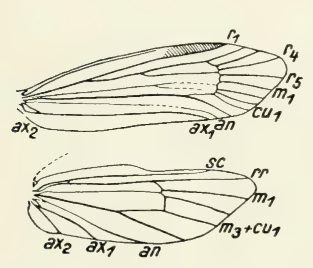


Abb. 102. Flügelgeäder von *Hyponomeuta* Ltr. Vorderflügel mit Stigma. Nach Spuler.

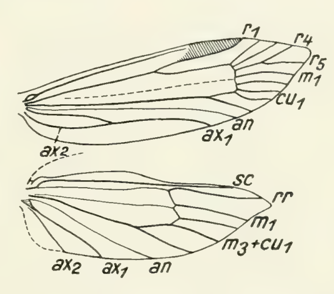


Abb. 103. Flügelgeäder von *Prais curtisellus* Dup. Nach Spuler.

— Im Hinterflügel die die Spitze umgreifenden Adern nicht lang gestielt 3
3. Im Hinterflügel gehen von den aus der Zelle entspringenden Adern (also m_1 bis cu_2) 5 in den Außenrand des Flügels 4
— Im Hinterflügel gehen von den aus der Zelle entspringenden Adern nur 4 in den Außenrand 5
4. Im Hinterflügel m_1 und m_2, also die beiden unterhalb der Spitze in den Saum gehenden Adern gestielt (Abb. 110, S. 162) . . 4. *Argyresthia* Hb.
— Im Hinterflügel m_1 und m_2 nicht gestielt . . . . 2. *Scythropia* Hb.
5. Hinterflügel an der Wurzel mit einer glasklaren, schuppenlosen Stelle. Vorderflügel meist grau oder weiß mit schwarzen Punkten 3. *Hyponomeuta* Ltr.
— Hinterflügel ohne Glasfenster an der Wurzel 6
6. Im Vorderflügel die die Spitze umfassenden Adern (r_4 und r_5) gestielt (Abb. 103), Kopf ziemlich angedrückt beschuppt, Palpen lang, den Kopf überragend . . . . 1. *Prays* Hb.
— Im Vorderflügel die die Spitze umfassenden Adern nicht gestielt (Abb. 121, S. 172), Kopf, wenigstens oben, abstehend, Stigma dick, groß und deutlich . . . . 5. *Cedestis* Hb.

7. Im Vorderflügel die die Spitze umgreifenden Adern nicht gestielt
6. *Dyscedestis* Spul.
— Im Vorderflügel die betreffenden Adern gestielt (Abb. 125, S. 173)
7. *Ocnerostoma* Zll.

Gattung Prays Hb.

Kopf anliegend behaart, Wurzelglied der Fühler verdickt, nackt. Palpen länger als der Kopf. Ohne Nebenpalpen. Vorderflügel mit sehr langem Discus und großer Wurzelschlinge, r_4 und r_5 gestielt. Stigma zwischen r_1 und VR. Hinterflügel mit scharfer Spitze und stark erweitertem bzw. gebauchtem VR. Ader m_3 und cu_1 verschmolzen (Abb. 103).

Raupen zuerst minierend, dann in Knospen. Nur eine Art forstlich beachtenswert: *P. curtisellus* Dup.

Prays curtisellus Dup.

Eschenzwieselmotte.

(Taf. I, Fig. 7.)

Falter anliegend dicht behaart. Augen schwarz, Thorax weiß, seitlich schwarz gerandet, Hinterleib oben braungrau, unten heller. Vorderflügel weiß mit dunkel braungrauen Fransen. Am Vorderrande nicht weit von der Wurzel beginnend und bis zu zwei Drittel der Flügellänge reichend ein grauer Dreiecksfleck, der mit einer bedeutend dunkleren, oft schwarzen Spitze weit in die Flügelfläche hineinragt. Am Vorderrande in demselben mitunter hellere Fleckchen. Nahe der Wurzel, an der Spitze und am Innenwinkel noch mehrere kleinere dunkelbraune oder schwarze Flecken. Hinterflügel braungrau mit etwas helleren Fransen. Spannweite 14—17 mm.

Raupe in der Jugend honiggelb mit braunem Kopfe und Nackenschilde; später durchscheinend schmutzig grün, auf dem Rücken rotbraun gewässert, auf dem Bauche dunkelgrün; der Kopf, das geteilte Nackenschild und die Afterklappe schwarz. Länge 7—10 mm.

Puppe in lockerem Gespinste, anfänglich grün mit braunem Vorder- und Hinterende; die verlassene Hülle ist ledergelb.

Verbreitung: Von England, Schottland und Schweden durch Frankreich und Deutschland bis Piemont und Rußland, sowie in Armenien, aber immer mehr lokal.

Über die Bionomie dieses recht lästigen Eschenschädlings hat zuerst Kaltenbach nähere Angaben gemacht; besonders eingehend hat sich dann Borgmann mit demselben beschäftigt, der das Tier in die Forstentomologie eingeführt und mehrere Arbeiten darüber veröffentlicht hat (1888, 1891 und 1893). Von ihm stammt auch die Bezeichnung „Eschenzwieselmotte".

Wir folgen hier in der Hauptsache der Darstellung Borgmanns.

Unsere Motte hat, wenigstens in unserem Gebiet, eine doppelte Generation mit folgender Bioformel:

$$\frac{6^{p} - 7}{8^{a} + 8^{p} \left[\frac{8^{p} - 9{,}5}{6^{a} + 6^{p}}\right]}$$

Der Falter fliegt zum erstenmal in der zweiten Hälfte des Juni; die Eier werden von den Weibchen an die Blätter abgelegt, und anfänglich minieren die jungen Räupchen in denselben, indem sie das Blattfleisch zwischen Ober- und Unterhaut ausfressen. Diese mit braunem Kot ausgefüllten Minen (Abb. 104 F) haben keine besonders charakteristische Gestalt. Bald verläßt aber die wachsende Raupe die Mine und frißt nun die Ober-

seite des Blattes und das Blattfleisch, so daß nur die Unterhaut des Blattes stehen bleibt (Abb. 104 G). Bei weiterem Wachstum sucht die Raupe zwischen aufeinanderliegenden Blättern Schutz, spinnt sie zusammen und frißt große Löcher, welche mit einigen Spinnfäden, in denen Kotklümpchen hängen, überzogen werden (Abb. 104 H). Die Verpuppung findet Ende Juli, Anfang August meist nicht am Fraßorte, sondern am Boden zwischen dürren Blättern statt. Die Puppenruhe dauert jetzt ungefähr nur 8 Tage.

Zum zweitenmal fliegt also der Falter Mitte und Ende August, legt wieder seine Eier an die Blätter, und die jungen Septemberräupchen minieren diese genau so, wie es die Juliräupchen zuerst taten. Anfang Oktober, wenn die Blätter abfallen, verlassen sie aber die Minen und bohren sich nun durch die Knospendeckblätter in die Terminalknospen der Eschentriebe ein. Ihr



Abb. 104. Die Eschenzwieselmotte, *Prays curtisellus* Dup. und ihr Fraß. A der Falter (2 mal vergr.), B Herbstfraß der jungen Raupe in der Endknospe (das Bohrloch ist durch einen schwarzen Punkt angedeutet, die punktierte Linie zeigt den Schnitt an, durch den die Zwieselbildung vermieden werden kann). C die junge Raupe hat die austreibende Knospe im Frühjahr verlassen und sitzt äußerlich zwischen den Gespinstfäden. D und E Fraß der Frühjahrsraupe im Trieb, F, G, H Fraß der Sommerraupen an den Blättern, B—H $^1/_2$ nat. Größe.
Nach Borgmann und Altum aus Nitsche.

Vorhandensein wird durch leicht zusammengesponnenes Bohrmehl um das sehr feine Eingangsloch angedeutet (Abb. 104 C). Hier ruht die Raupe im Winterlager. Bei Beginn des Frühjahres wächst sie rasch, frißt nun die infolge davon nicht austreibende Terminalknospe vollständig aus, gibt dann ihre versteckte Lebensweise auf und frißt frei an den eben ausgebrochenen Eschenblättern. Ist der Knospeninhalt aufgezehrt, ehe der Laubausbruch erfolgt, so erwartet die Raupe diesen mitunter zwischen einigen äußerlich an

die Terminal- und die eine Seitenknospe angesponnenen Fäden (Abb. 104 C). Mitunter scheint aber die Terminalknospe nur so wenig beschädigt zu werden, daß sie doch noch austreibt, dann steigt die Raupe im Triebe nach abwärts (Abb. 104 D u. E) und höhlt ihn auf eine Länge von 1—2 cm aus, worauf derselbe schwarz wird und mitsamt den entwickelten Blättern abstirbt. Mitunter scheint aber auch letzteres nicht zu geschehen, vielmehr entwickeln sich zwar oberhalb der Fraßstelle End- und Seitenknospen, doch bleiben sie schwächlich, kümmern und sterben später wohl auch ab. Bei dem Fraß im Triebe wird der Kot durch seitliche Löcher ausgeworfen. In diesem Fall scheint ein äußerer Fraß an den Blättern nicht zu folgen. Aber auch dann verläßt die erwachsene Raupe ihre Fraßstelle und verpuppt sich äußerlich am Zweige Anfang Juni in einem weitmaschigen, hängemattenähnlichen, nur aus wenig Fäden bestehenden Gespinste. Der Falter erscheint dann im Juni nach einer etwas längeren aber höchstens drei Wochen dauernden Puppenruhe, mitunter noch im Juli.

Die Raupe scheint monophag zu sein, wenigstens ist sie bis jetzt nur an Esche *(Fraxinus excelsior)* gefunden worden. Mit Vorliebe werden junge Pflanzen und Heister angegangen, und zwar meist die überschatteten und dichtstehenden Stämmchen, seltener freistehende.

Der Fraß der Sommergeneration ist vollständig gleichgültig, dagegen kann der Fraß der Wintergeneration recht lästig und schädlich werden. Er ist wohl einer der Gründe für die Zwieselbildung, die „bei keiner anderen einheimischen Laubholzart so häufig vorkommt als bei der Esche“. Nach Zerstörung der Terminalknospe entwickeln sich nämlich unter derselben die beiden Seitenknospen, so daß eine Gabel entsteht. Der von Borgmann gegebene Name Eschenzwieselmotte ist daher völlig zutreffend.

In den Beständen dürfte es kaum angehen, diesen Schädling zu bekämpfen. Doch kann dies in den Kämpen wohl geschehen. Allerdings ist es schwer, bereits im Herbst die angebohrten Knospen aufzufinden, doch ist dies beim zeitigen Frühjahrsfraß wohl möglich, wenn man auf die Triebe achtet, an denen entweder eine Blattentwicklung unterbleibt oder die etwa entstandenen noch grünen Blätter herabhängen. Dann kann man durch einen Schrägschnitt die Terminalknospe nebst einer der Seitenknospen entfernen und so die andere Seitenknospe veranlassen, sich zu einem Endtriebe auszubilden. Ist die Knospe noch von der Raupe bewohnt, so wird diese gleichzeitig vernichtet; war die Raupe bereits ausgewandert, verhindert man wenigstens die Zwieselbildung (Abb. 104 B).

Die zweite europäische Art derselben Gattung, *Prays oleella* Farr., lebt im Süden an der Olive und hat eine dreifache Generation: Die Frühlingsraupen minieren die Blätter, die der folgenden Generation zerstören die noch nicht geöffneten Blüten und die der letzten die Früchte selbst. Sie ist daher sehr schädlich.

Gattung Hyponomeuta Ltr.

Gespinstmotten.

Größere Motten mit charakteristischer Färbung: Vorderflügel weiß mit schwarzen Punkten, Hinterflügel grau. Kopf anliegend, hinten seitlich in die Höhe gestrichen behaart. Palpen von 1—2 Kopflänge, aufgebogen, schlank, Nebenpalpen meist sehr klein. Vorderflügel lang, bis $^4/_5$ der Länge verbreitert, mit deutlichem Innenwinkel zwischen cu_1 und cu_2. Spitze abgerundet. Basal *m* ziemlich gut er-

halten, m_3 und cu_1 nahe beieinanderstehend. Kurze Wurzelschlinge, ax_1 lang, nahe bei *an* mündend. Hinterflügel bis zur Mitte verbreitert, dann der VR scharf angezogen. m_2 nahe bei m_1 entspringend, m_3 stets mit cu_1 verschmolzen (s. Abb. 102).

Die meist gelblichen, dunkel punktierten Raupen leben gesellig in großen Gespinsten auf Sträuchern, Bäumen. An Obstbäumen oft großen Schaden machend. In Europa ein Dutzend Arten.

Die Bionomie aller Gespinstmotten ist in der Hauptsache die gleiche, so daß wir sie hier gemeinsam (nach *H. malinella*) behandeln können. Wir geben hier die Schilderung von Reh (S. 307) wieder, die alles Wissenswerte enthält:

„Der Falter fliegt von Ende Juni (im Süden) bzw. Mitte Juli (im Norden) an bis August. Das Weibchen legt je 50—80 Eier dachziegelförmig in einem Häufchen an die glatte Rinde der jungen Zweige und überdeckt sie mit einer schleimigen, rasch erhärtenden, zuerst gelblichen, glatten, später braunen, runzeligen Ausscheidung seines



Abb. 105. *Hyponomeuta padella* L. $2^1/_2\times$.

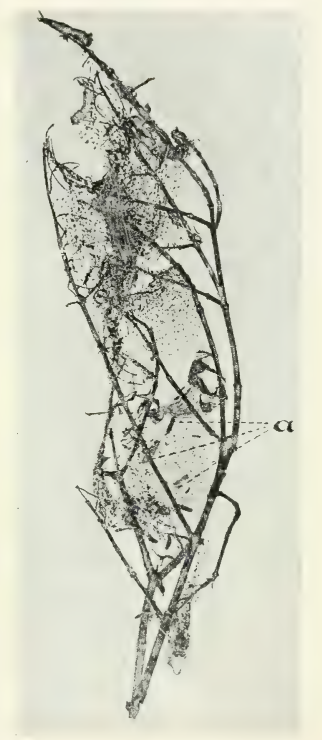


Abb. 106. Gespinst von *Hyponomeuta cognatella* Hb. an Pfaffenkäppchen *(Evonymus)*. a einige Kokons. Nach Nitsche.

Hinterleibes. Nach 3—4 Wochen schlüpfen die Räupchen aus, die aber unter ihrem durch die Eischalen und ein dichtes Gespinst verstärkten Schilde bleiben und überwintern. Sie scheinen sich dabei vom Baumsafte zu ernähren, wenigstens bleibt die Rinde unter ihnen immer grün und feucht. Von Mitte März bis Anfang Mai verlassen sie den Schild durch 1—2 nadelstichfeine Öffnungen und begeben sich zur nächsten Knospe. Ist diese noch geschlossen, so wird sie ausgehöhlt; ist sie schon geöffnet, so bohren sich die 1 mm langen, schwarzköpfigen Räupchen zu je 10—12 in die äußeren Blättchen von der Spitze aus ein und minieren sie nach der Basis zu aus; die betreffenden Blättchen werden von der Spitze aus zunächst rot, dann braun, sterben und fallen ab. Wenn die Räupchen derart eine Anzahl junger Blätter ausgefressen haben, gehen sie auf das nächste größere Blatt und skelettieren es von oben unter einer schützenden Gespinst-

decke. Nach weiteren 10 Tagen sind sie etwa 5 mm lang, gelb mit schwarzen Schildern und Brustfüßen. Nun wandern sie nach den Astgipfeln und verfertigen das erste Nest (Abb. 106). Solange möglich, suchen sie dieses durch Einspinnen neuer Blätter zu vergrößern; nur wenn keine Blätter mehr in erreichbarer Nähe sind, verlassen sie das alte und spinnen an einem neuen Trieb ein neues Nest, wobei sich oft die Insassen verschiedener Nester vereinigen, so daß große, bis 1000 Individuen zählende Sammelnester entstehen können. Auch die Rinde junger Zweige wird im Notfalle abgenagt. Im Juni verpuppen sie sich in dem Gespinst, jede in einem eigenen, dichten, weißen Kokon, die bei *H. malinella* in dichten Klumpen senkrecht nebeneinanderstehen.

In manchen Jahren, nach Schreiner besonders in solchen mit trockenen, heißen Sommern, treten die Gespinstmotten in ungeheuren Massen auf und können dann ganze Bäume unter einem scheinbar zusammenhängenden Neste entblättern. Im allgemeinen ist der Schaden nicht besonders groß, da der Fraß so früh beendet ist, daß die Bäume sich später wieder belauben können; so kann derselbe Baum oder Strauch fast jahraus jahrein kahl gefressen werden, ohne ernstlich zu leiden. — An Obstbäumen wird selbstverständlich die Ernte durch die Zerstörung des Laubes sehr beeinflußt und kann bei Kahlfraß völlig zunichte werden[1]).

„Auf ein starkes Gespinstmottenjahr braucht nicht ein gleiches zu folgen. Nicht selten bedecken sich Mitte Mai Bäume und Sträucher dicht mit den Gespinsten, die Ende des Monats oder Anfang Juni wieder ganz verschwunden oder wenigstens jämmerlich mitgenommen sind. Ob dieses auf tierische Feinde oder auf ungünstige Witterung, namentlich kalte Regen zurückzuführen ist, muß dahingestellt bleiben."

Jedenfalls werden die Gespinstmotten von einem großen Heer von Parasiten befallen, denen ein wesentlicher Anteil an den Gradationskrisen zufallen dürfte. Durch Ratzeburg, Mokrzecki (1913) und Schwangart (1915)[2]) sind die Parasiten eingehend studiert. Bei einem der *Hyponomeuta*-Parasiten (*Ageniaspis fuscicollis* Thom.) kommt Polyembryonie vor, durch die eine besonders starke und schnelle Vermehrung ermöglicht wird (s. Bd. I, S. 128).

Die Gespinste der Hyponomeuten können große Festigkeit erlangen. Besonders scheint sich in dieser Beziehung das Gespinst von *evonymella* hervorzutun, wie Nitsche (S. 1065) erwähnt und neuerdings von Sihler (1920) näher erläutert wird. Besonders bei Kahlfraß schleiern die Raupen dieser Art den ganzen befallenen Baum von der Krone herab bis zum Fuß mit einem dichten Schutzgespinst ein, das eine erstaunlich große Reißfestigkeit aufweist. Die mikroskopische Untersuchung zeigt deutlich eine Hauptrichtung der Gespinstfäden und das gleichzeitige Auftreten anderer schief und senkrecht zur Hauptrichtung laufender und lassen somit ganz den Charakter der Kunstprodukte des heutigen Maschinenpapiers erkennen, und zwar des allerfeinsten Papiers (feiner und leichter als japanisches Seidenpapier und nur $^1/_{10}$ so schwer als gewöhnliches Zigarettenpapier). Die große Reißfestigkeit und Dehnbarkeit von Garnen aus diesem Raupengewebe entspricht dem „optimalen Drall" der Papiergarne. Es wurden denn auch schon verschiedentlich Versuche unternommen,

---

[1]) Nach Schreiner beträgt der jährliche Verlust der Apfelernte bei Saratow gegen 3 Millionen Mark.

[2]) Schwangart führt 10 Tachinen, 7 Braconiden, 33 Ichneumoniden und 19 Chalcididen an.

die *evonymella*-Gespinste technisch zu verwerten, ohne jedoch zu einem Erfolg gekommen zu sein.

„Die Unterscheidung der verschiedenen Arten ist trotz anscheinend guter morphologischer und biologischer Merkmale schwierig, da die Variabilität eine recht breite ist; die Anschauung Marchals, daß die meisten Arten nur biologische, an die verschiedenen Nährpflanzen angepaßte Formen seien, hat manches für sich. Dagegen spricht allerdings die große Polyphagie der meisten Arten, vorausgesetzt, daß die betreffenden Angaben nicht auf ungenaue Bestimmung beruhen" (Reh). Große Verwirrung herrscht bezüglich der Synonymie. Wir folgen hier der im Katalog von Staudinger-Rebel angenommenen Synonymik, die sich mit den Angaben Ratzeburgs deckt. Die vier häufigsten Arten sind:

H. padella L. (= *variabilis* Zll.). (Taf. I, Fig. 8.)

Vorderflügel mit ungefähr 30, in 3 Längsreihen stehenden, ziemlich großen Punkten. Längs des Vorderrandes ein mehr oder weniger breiter, grauer Anflug. Unterseite der Vorderflügel und Fransen graubraun. Spannweite 20—22 mm (Abb. 105).

Raupe 16füßig, nach vorn und hinten auffallend verschmälert, mit großem, hinten ausgeschnittenem dunklem Kopfe und deutlichst geteiltem dunklem Nackenschilde. Leib grau, grünlich oder gelblich mit vier dunkeln, je ein langes Haar tragenden Warzen auf der Oberseite der Ringe 4—12. An der Seite des Leibes zwei Reihen weiterer solcher Wärzchen, zu je einer auf jedem Ringe. Auf den Ringen 1—11 je zwei große, dunkle, nierenförmige Chitinschilder, die auf den Ringen 4—11 nach außen von den beiden vorderen Wärzchen der Oberseite dicht an denselben stehen. Letzter Ring mit kleiner, dunkler Afterklappe. Länge ungefähr 2 cm.

Puppe an Kopf, Brust, Flügelscheiden und Hinterleibsende braun, sonst gelblich mit 6 hakigen Borsten am Afterende, in einem spindelförmigen durchsichtigen Gespinste.

Die Raupe lebt hauptsächlich auf Eberesche, Schlehe, Schwarz- und Weißdorn, Mispel und Pyrus-Arten, dann außerdem auch (nach Taschenberg) auf Weide und wildem Kirschbaum.

H. cognatella Hb. (= *evonymella* Scop.).

Kopf, Brust und Vorderflügel rein weiß, letztere mit ungefähr je einem Dutzend größerer schwarzer Punkte in 3 Längsreihen. Außerdem einige kleine schwarze Punkte vor der Flügelspitze. Fransen auch rein weiß. Unterseite der Vorderflügel grau, die hintere Hälfte des Vorderrandes und die Saumfransen rein weiß. Hinterflügel grau, gegen die Spitze hin mehr weiß. Spannweite 19—24 mm.

Raupe der vorigen fast gleich, aber Farbe des Leibes gelb. Länge ungefähr 2 cm.

Puppe gleichmäßig rötlich gelb, ebenfalls mit 6 Borstenhaaren am Afterende.

Die Hauptfraßpflanze ist *Evonymus europaeus* (Pfaffenkäppchen); die Raupe frißt aber auch auf *Rhamnus frangula*, Eberesche und Eichen (Berenger 1855).

H. malinella Zll.

Der vorigen Art äußerst ähnlich, aber durch die etwas mehr graue Färbung der Fransen auf der Unterseite der Vorderflügel sowie auf den Hinterflügeln unterschieden.

Die Raupe lebt hauptsächlich auf Apfelbaum und anderen *Pyrus*-Arten, ferner auf Weißdorn, Traubenkirsche usw. Die Art ist weit verbreitet, über ganz Mitteleuropa, Italien, Kleinasien, Japan, seit 1909 auch in Nordamerika.

H. evonymella L. (= *padi* Zll.).

Kopf, Brust und Oberseite der Vorderflügel rein weiß, letztere mit weißen Fransen und je über 40 feiner, schwarzer Punkte, die in 5 Längsreihen und vor dem Saume stehen. Unterseite grau, hintere Hälfte des Vorderrandes und die Fransen des Saumes weiß. Hinterflügel grau, Fransen gegen die Spitze hin weißlich. Spannweite 22—25 mm.

Raupe den vorigen ähnlich, aber Leib gelb und auf den Ringen 4—11 nicht je 2, sondern je 4 dunkle Chitinschilder, von denen das hintere Paar kleiner ist als das vordere. Länge ungefähr 2 cm.

Puppe durch den Mangel der Borstenhaare am Afterende deutlich unterschieden, in durchsichtigem, spindelförmigem Gespinste.

Raupe auf *Prunus padus, cerasus, Sorbus, Rhamnus frangula* u. a.

In welch ungeheuren Mengen die Gespinstmotten auftreten können, darüber gibt Reh (1908) eine sehr anschauliche Schilderung, die ich hier wiedergebe: „Direkt an der Bahnlinie (Lüneburg—Lauenburg) liegt der etwa 1 qkm im Geviert messende „Große Bruch", bestehend in der Hauptsache aus hohen, starken Erlen. Den Boden bedecken nahezu $1^1/_2$ m hohe Brennesseln, Bärenklau, Gräser usw. Das Unterholz bilden kräftige Büsche von *Prunus padus*, stellenweise dicht umrankt von wildem Hopfen.

„Diese Prunus-Sträucher waren nun bereits am 14. Juni von den Raupen von *Hyponomeuta padi* Zll. (*evonymella* L.) vollständig kahlgefressen. Wir konnten nur mit Mühe einige wenige Blätter entdecken, um die Identität der Holzart sicher festzustellen. Die Raupen saßen zum Teil in Klumpen bis zu doppelter Faustdicke an geschützten Stellen (namentlich unter Astgabeln), z. T. kletterten sie einzeln an den Büschen herum oder hingen an losen Gespinstteilen von den Ästen herab. Überall fanden sich Mengen von bereits verhungerten Raupen. An den Prunus-Büschen hatten sie nicht nur die Blätter verzehrt, sondern auch die Rinde der jungen Triebe und deren Spitzen selbst abgenagt. (Das gleiche, für diese Arten ungewöhnliche Verhalten habe ich auch mehrfach am Spindelbaum beobachtet.")

„Von Hunger getrieben müssen die Raupen ruhelos umhergewandert sein. Die ganzen Zweige, Äste und Stämme der Prunus-Büsche waren überzogen von einem festen, dichten, seidigen Gespinste, das so dicht war, daß sogar Schnecken daran umherkletterten, die doch sonst klebrige, faserige Stoffe ängstlich meiden. Der Anblick eines solchen Padus-Gebüsches war nahezu der einer Winterlandschaft: Alles weiß, in der Sonne lebhaft glänzend" (Abb. 107).

In der forstlichen Literatur sind uns nur zwei spezielle Angaben über größere Gespinstmottenschäden bekannt. 1854 hat nach v. Bérenger (1855) *cognatella* in dem Staatsforste Romagno in Friaul den ganzen Eichenbestand dieses Hochwaldes sowie auch alle Hecken und Bäume der Umgegend gänzlich entblättert, während gleichzeitig eine Gespinstmotten-Art in den Herzogtümern Parma und Piacenza die Apfelbäume entlaubte. Ferner hat 1881 im Baranyer Komitat und in Szegedin *H. padella* die Weiden vollkommen kahlgefressen und die Zweige vollkommen übersponnen. Der Schaden in diesen Weidenhegern war bedeutend (Anonymus, 1882). Im Obstbau stellen die Gespinstmotten schlimme Schädlinge dar, da hier Kahlfraß ein Ausbleiben der Früchte zur Folge hat.

Bei mäßigem Auftreten ist das Ausschneiden und Verbrennen der Gespinste oder das vorsichtige Abbrennen der Gespinste am Baum mittels Raupenfackel ein einfaches Gegenmittel. Bei stärkerem Auftreten erfolgt die Bekämpfung am besten durch Spritzen mit Arsenmitteln oder mit einer $1^1/_2$%igen Lysollösung oder Petroleum-Seifen-Brühe, die namentlich gegen

das skelettierende Raupenstadium von Wirkung sind. Allerdings dringen diese Brühen nur schwer in die Gespinste ein, besonders wenn sie schon dicht sind. Wo dies der Fall ist, empfiehlt es sich, die Labordsche Brühe, die durch dichtere Gespinste gut durchdringt, zu nehmen. Dieselbe wird folgendermaßen hergestellt: Man löse 100 g reines Ätznatron in 3 l Wasser auf, gebe 1,5 kg Fichtenharz hinzu und erhitze die Mischung über gelindem Feuer unter Umrühren. Dann füge man noch 3 l Wasser hinzu, gieße das Ganze durch ein Metallsieb, um die Unreinigkeiten des Harzes zu entfernen, und setze noch 1 l 22 gradiges Ammoniak hinzu. Zum Gebrauch verdünne man endlich diese Brühe noch bis auf 100 l mit Wasser (Wahl). — Karbolineum im Winter vernichtet viele der Gelege. Mokrzecki (1913) empfiehlt, die Kokons zu sammeln und unter engmaschigem Drahtverschluß aufzuheben, so daß die Parasiten auskommen können.



Abb. 107. Prunus-Sträucher von Gespinstmotten völlig kahlgefressen und stark mit weißen Gespinsten überzogen („an eine Winterlandschaft erinnernd"). Nach Reh.

Gattung Scythropia Hb.

Kopf überall wollig behaart. Wurzelglied der Fühler nur schwach verdickt. Nebenpalpen sehr klein. Vorderflügel länglich, Stigma erstreckt sich von r_2 bis vor *sc*. Anhangszelle klein. Basal $m_{1,2}$ und m_3 ziemlich gut erhalten. Hinterflügel zugespitzt, mit spitzer und kurzer Mittelzelle, daher die Endäste lang (viel länger als bei *Prays*) (Abb. 108).

Scythropia crataegella L.

Weißdornmotte.

Vorderflügel weißlich aschgrau, mit 2 braunen Querbinden und braunen Punkten am VR und Saum, Kopfhaare weiß (Abb. 109).

Raupe gelblich grün, mit großen, glänzenden, behaarten Warzen, Kopf und Nackenschild glänzend schwarzbraun.

Die Weißdornmotte steht biologisch den Gespinstmotten sehr nahe, indem die Raupen ebenfalls gesellig in Gespinsten leben.

„Man findet zuweilen," schreibt Altum (F. 205), „einen größeren oder kleineren Teil von Weißdornpflanzen, ja das ganze große Gebüsch mit Gespinst wie mit einem feinen Schleier behangen und den Weißdorn selbst gänzlich kahl. In diesem Schleier befinden sich zahlreiche kugelförmige Räume von etwa 2 cm Durchmesser, ebenfalls aus sehr zartem Gespinst be-

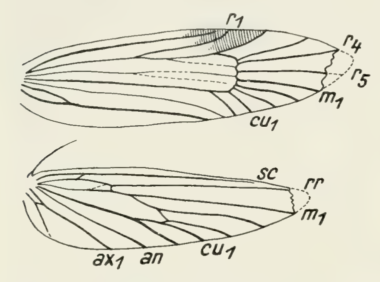


Abb. 108. Flügelgeäder von *Scythropia crataegella* L. Stigma im Vorderflügel von r_2 bis vor *sc* sich erstreckend. Nach Spuler.



Abb. 109. Die Weißdornmotte *Scythropia crataegella* L. 3 ×.

stehend. Jedes dieser äußerst lichten Kugelgespinste bildet den Verpuppungsraum einer einzelnen Raupe. Die schwarze Puppe hängt später an einem Faden lose in diesem Raum."

Gattung Argyresthia Hb.

Kopf abgesetzt, oben rauhhaarig, im Gesicht glatt. Fühler von $^3/_4$ Vorderflügel-Länge. Vorderflügel lang lanzettenförmig zugespitzt, oft stark glänzend; mit nach r_1 stärker abgebogenem VR, ungleichmäßig gebogenem IR-Saum, ohne oder mit schwach angedeutetem Innenwinkel, manchmal zur Spitze ausgeschwungen. Ader *sc* nicht bis zur VR-Mitte reichend. Mit allen Endästen, Discus lang, hinten meist breit quer abgestutzt. Große Wurzelschlinge. Hinterflügel an der Wurzel deutlich verbreitert, etwas vor der Mitte leicht geschwungen eingezogen. Ader m_1 und m_2 erst erheblich nach dem Discus geteilt. Ader m_3 unmittelbar neben cu_1 an der Discus-Hinterecke entspringend (Abb. 110).

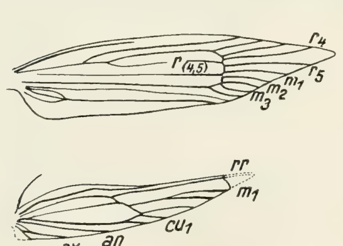


Abb. 110. Flügel von *Argyresthia goedartella* L. Nach Spuler.

Die Falter in der Ruhe mit abwärts geneigtem Kopf und aufwärts gerichtetem Hinterleib sitzend.

Die Gattung enthält zahlreiche Arten (in Europa ca. 40), von denen einige durch Knospenfraß an Laub- und vor allem Nadelhölzern schädlich werden können.

Dichotomische Uebersicht nach dem Vorkommen.

1. Raupe lebt an Nadelholz 2
— Raupe lebt an Laubholz 6
2. Raupe lebt in Nadeln von Tanne (oder Fichte) . . . . . . *fundella* F. R.
— Raupe lebt in Knospen und Zweigspitzen 3

3. An Tanne . . . . *illuminatella* F. R.
— An anderen Coniferen 4
4. An Fichte 5
— An Lärche, in den Zweigspitzen . . . . *laevigatella* H. S.
5. Ausschließlich in den Endknospen; Schlupfloch zusammengedrückt *certella* Zll.
— In den Endknospen und (meist) auch in den Zweigspitzen; Schlupfloch rund . . . . *glabratella* Zll.
6. An Birke, anfänglich in den Kätzchen, später in der Rinde *goedartella* L.
— An Weide, im Herztrieb . . . . *pygmaeella* Hb.

Argyresthia fundella F. R.

Tannennadelmotte.

Taf. I, Fig. 9.

Vorderflügel des Falters weiß glänzend, mit bräunlichen, gegen die Spitze zu gehäuften Querstricheln (Abb. 111), Fühler scharf braun geringelt. Die Raupe mattgrün, Kopf leuchtend schwarz, Nackenschild dunkel gekörnelt. Spw. 10 bis 12 mm.

Die Art wurde durch R. Hartig (1896) in die Forstentomologie eingeführt, der in den neunziger Jahren einen Massenfraß in 30—40 jährigen Tannen-Fichten-Mischbeständen im Forstamt Amberg (Bayern, Oberpfalz) beobachtete. Befallen waren fast ausschließlich die Tannen.



Abb. 111. Die Tannennadelmotte *Argyresthia fundella* F. R. $2^1/_2 \times$.

Die Bioformel stellt sich nach Hartigs Beobachtungen folgendermaßen dar:

$$\frac{-6^p, 4}{5^a + 5^p 6^a}$$

Der Falter schwärmt von Ende Mai bis Mitte Juni und belegt die Oberseite der Nadeln (Tanne) mit je 1 Ei. Das Räupchen frißt sich in das Pallisadenparenchym der Nadeln ein, zuerst bis zur Spitze minierend, um sich dann auf die andere Seite hinüber und nach der Nadelbasis zu weiterzufressen. „Wahrscheinlich bohrt sich in vielen Fällen die Raupe im Herbst noch einmal in eine neue Nadel ein, in der sie überwintert.“ Im nächsten Frühjahr setzt die Raupe ihren Fraß in anderen Nadeln fort, bis sie erwachsen ist. Dann verläßt sie den Fraßort, um sich anfangs Mai auf der Unterseite einer unversehrten Nadel in einem schneeweißen, spindelförmigen Gespinst zu verpuppen (Abb. 112). Letzteres ist am Kopfende der Raupe geschlossen, am Afterende dagegen offen; wo es der Nadel aufsitzt, ist der Sack fast offen, und die beiden parallelen Seiten sind nur durch dünne Fäden locker verbunden. Das Puppen-



Abb. 112. *Argyresthia fundella* F. R. Tannennadeln mit den Kokons.

stadium dauert ca. 3 Wochen. Die ausgefressenen Nadeln fallen zum größten Teil ab (Abb. 113).

Die Hauptnahrungspflanze ist die Tanne; gelangt die Raupe jedoch im 2. Jahr zufällig an einen Fichtenzweig, so frißt sie sich auch in diese Nadeln ein.



Abb. 113. Tannenzweig, dessen Nadeln infolge *fundella*-Fraßes größtenteils abgefallen sind.

Fundella kann forstlich beachtenswert werden; in dem oben genannten Beobachtungsgebiet waren die Tannen im mittleren und unteren Kronenteil stark durchlichtet.

Argyresthia illuminatella (F. R.) Schütze.

Tannenknospenmotte.

Taf. I, Fig. 11.

Diese Art wurde bisher identifiziert mit *Tinea (Blastodere) Bergiella* Ratzb. Baer (1917) und Schütze (1918) haben durch eingehende Untersuchungen das Irrtümliche dieser Auffassung dargetan. Die echte *illuminatella* F. R. ist ein ausschließliches Tannentier, während *Bergiella* von Ratzeburg als Fichtentier beschrieben wird. Letztere Art vereinigt zwei verschiedene Arten in sich, nämlich *glabratella* Zll. und *certella* Zll. (siehe unten).

Die drei hier genannten Arten sind habituell sehr ähnlich und als Imagines nicht leicht zu trennen, so einfach die Unterscheidung nach ihrem biologischen Verhalten ist.

Schütze führt als die besten Unterscheidungsmerkmale der Falter die Färbung der Kopfhaare und der Fühler an: erstere sind bei *illuminatella* stets blaßgelb oder weißlich, letztere scharf und bis in die Spitze hell- und dunkel geringelt, während bei *glabratella* die Kopfhaare rostrot bzw. rötlichgelb, niemals aber blaßgelb sind und die Ringelung der Fühler nicht scharf ist und schon vor der Spitze aufhört. Spw. 12—14 mm.



Abb. 114. Tannenknospenmotte, *Argyresthia illuminatella* F. R. $2^1/_2 \times$.

Die Raupe ist ca. 5 mm lang, wenig glänzend, der Kopf schwarzbraun, glänzend, mit tiefen Teilungslinien, beiderseits mit einem verloschenen rotbraunen Fleck, der auch fehlen kann. Mundteile rotbraun, Nackenschild klein, glänzend grau, hinten schwarz; Afterschild klein, rund, glänzend grau. Brustfüße schwarz geringt, Bauchfüße ziemlich verkümmert.

Die Puppe zeichnet sich nach Schütze von allen anderen *Argyresthia*-Puppen durch einen scharfen Längswulst auf dem Kopf aus, welcher sich auch auf den Thorax schwach fortsetzt. Außerdem trägt der Kopf 4 hornige, in Querreihen stehende Stacheln an der Stirn.

Über die Bionomie finden wir bei Schütze eine eingehende Schilderung, die hier zum Teil wiedergegeben sei. „Die Raupe lebt in den Zweigspitzen der Weißtanne, *Abies alba*, in der Hauptsache an jungen Bäumen, die im Laubgebüsch eingesprengt stehen, doch auch auf solchen, die im hohen Nadelwalde den Unterwuchs bilden. Sie kommt aber auch auf alten Tannen im Hochwalde vor. Doch kommt sie durchaus nicht an allen Orten vor, wo Tannen in der Mehrzahl stehen. Man kann sie manchmal stundenlang vergeblich suchen. Auch ist es eine Regel ohne Ausnahme, daß sie niemals an Tannen zu finden ist, die voll von der Sonne beschienen werden; sie liebt Schatten und Halbschatten."

„Die bewohnten Ästchen kann das geübte Auge schon im Herbst an der schwach gelblichgrünen Farbe der Nadeln erkennen; letztere werden im Frühjahr bei zunehmender Wärme gelb und machen sich dann auch dem weniger Geübten leicht bemerkbar. Das Ei wird jedenfalls an die Endknospe abgelegt, welche selbst auch ausgefressen wird, und von hieraus höhlt die Raupe das Ästchen aus, oft in einer Länge von 5—7 cm (Abb. 115). Bewohnte Ästchen sind meist daran zu erkennen, daß unter der Endknospe einige Nadeln fehlen, die äußerste Spitze also kahl erscheint[1]). Dieses Merkmal ist indes nicht immer vorhanden. Von den ausgefressenen Ästchen bleibt nur die äußerste Rinde stehen, und der Fraßgang ist dicht mit Kot gefüllt. Bei den Herbststürmen und im Winter kommt es nun sehr oft vor, daß durch die Last des Schnees oder Glatteises ein Teil des Ästchens abbricht und zu Boden fällt. Beim Suchen muß man besonders auf diese Art von Fraßstücken sein Augenmerk richten, weil man aus solchen am sichersten den Falter zieht. Alle Ästchen, die Ende April nicht abgebrochen sind, enthalten Schlupfwespen oder tote Raupen, ebenso alle Ästchen, die an der Bruchstelle zugesponnen sind; nur aus den nicht zugesponnenen erhält man den Falter. Ist das Ästchen schon im



Abb. 115. Fraß von *Argyresthia illuminatella* *F. R.* in Tannenknospen.

---

[1]) Nicht alle sitzengebliebenen Knospen enthalten *illuminatella*-Raupen; es kann auch eine Wickler-Raupe, *Epiblema nigricana* H. S. (s. unten), die Zerstörerin des Knospeninhaltes sein oder aber die Knospe kann aus irgendeinem anderen Grunde abgestorben sein.

Herbste abgefallen, solange die Raupe noch beweglich ist, dann wird die Bruchstelle sofort zugesponnen. Dadurch will sich wohl die Raupe gegen das Eindringen von Feuchtigkeit schützen. Ist sie aber im Frühjahr erwachsen und die Zeit der Verpuppung gekommen, dann zerstört sie das Gespinst wieder, um für den ausschlüpfenden Falter den Weg freizumachen.

Die erwachsene Raupe reinigt das übriggebliebene Zweigstück von allen Exkrementen, fertigt am Grunde der Fraßröhre eine glatte Puppenwohnung und schließt diese oben mit einem weißen Gespinstdeckel ab. Hier verwandelt sie sich in eine gelbliche Puppe, deren Kopf und Flügelscheiden rotbraun sind.

Die Raupen, welche teils erwachsen, teils halbgroß überwintern, haben außer von Schlupfwespen auch von Vögeln zu leiden, welche viele Ästchen aufhacken."

Argyresthia glabratella Zll. und **certella Zll.**

Fichtenknospenmotten.

Taf. I, Fig. 10.

Ratzeburg: *Tinea (Blastodere) Bergiella* Rtzb. — Altum: *Argyresthia illuminatella* Zll. — Nüßlin-Rhumbler, *Argyresthia illuminatella* Zll. — Wolff-Krauße: *Argyresthia illuminatella* Zll. (= *bergiella* Rtzb.).

Die beiden Arten stehen sich sowohl habituell, als auch biologisch (Vorkommen in Fichtenknospen) sehr nahe, so daß Ratzeburg sie als eine Art



A



B

Abb. 116. Fraß von *Argyresthia certella* Zll. in Fichte.
A befallene Fichtenknospe mit länglichem, schmalem Flugloch; B dieselbe aufgeschnitten.

(Bergiella) beschrieben hat. Daß die Ratzeburgsche *Bergiella* die beiden Arten umfaßt, geht daraus hervor, daß er ihr sowohl runde als zusammengedrückte Fluglöcher zuschreibt, während nach Schützes sorgfältigen Untersuchungen gerade die Form des Flugloches das sicherste (biologische) Unterscheidungsmerkmal der beiden Arten darstellt.

Wie *illuminatella* gehören auch *glabratella* und *certella* zu den Arten mit einfarbigen bzw. ungezeichneten Flügeln, die als Falter schwer zu unterscheiden sind. Über die Unterschiede der beiden Arten gegenüber *illumina-*



A



B

Abb. 117. Fraß von *Argyresthia glabratella* Zll. in Fichte.
A befallener Fichtentrieb mit kreisrundem Schlüpfloch; B derselbe aufgeschnitten (der Fraß geht von der Knospe noch eine Strecke weit in den Markkanal des Triebes).

tella sind oben bereits Merkmale angegeben (S. 164). Was die Unterschiede der beiden Arten *glabratella* und *certella* betrifft, so sind diese sehr geringfügig. Heinemann gibt folgende Diagnosen:

certella Zll. Vorderflügel und Thorax glänzend, hell messingfarben, die Kopfhaare rostgelb;

glabratella Zll. Vorderflügel und Thorax glänzend, lichtbräunlichgrau, Kopfhaare rostgelb.

So schwierig danach die Falter zu trennen sind, so sicher ist die Unterscheidung nach dem Fraßbild:

Der *Certella*-Fraß beschränkt sich meist auf die Knospe oder greift höchstens ein kleines Stück auf den Trieb über; das an der Basis gelegene Flugloch ist stets zusammengedrückt (Abb. 116 A). Der *Glabratella*-Fraß greift meist noch eine größere Strecke weit auf den Trieb über, und das stets runde Flugloch befindet sich am Ende dieses Triebganges (Abb. 117 A). Handelt es sich um besonders starke Knospen, so kann auch der *Glabratella*-Fraß auf die Knospen beschränkt sein, dann aber gibt die runde Form des Flugloches ein sicheres Erkennungsmerkmal ab.

Im übrigen scheint sich der Ablauf der Entwicklung bei beiden Arten ziemlich übereinstimmend zu verhalten und für beide folgende Bioformel zu gelten:

$$\frac{-8,4}{5+5^{P}7}$$

Trägårdhs (1915) *Arg. illuminatella* Zll. dürfte sich in der Hauptsache auf *glabratella* beziehen, da er sowohl von einem in den Trieb sich fortsetzenden Fraß, und sodann von einem runden Flugloch spricht[1]). In einem Punkt weicht seine Schilderung des Fraßbildes von der von Schütze gegebenen ab, indem nach ihm der Triebgang ausschließlich im Bast verläuft, während nach Schütze die Markröhre ausgefressen wird. Trägårdhs Angaben stimmen andererseits mit Ratzeburg *(Bergiella partim)* überein, der ebenfalls den Gang im Bast (niemals in der Markröhre) verlaufen läßt. Worauf diese Widersprüche beruhen (ob hier vielleicht wieder eine andere Art vorliegt), müssen erst weitere Beobachtungen ergeben.

Die Bionomie von *glabratella* und *certella* läßt sich kurz folgendermaßen darstellen:

Die Flugzeit fällt in die Monate Mai bis Juli (Trägårdh gibt als Schlupftermin für Schweden 14.—27. Juni an). Das ♀ belegt die Triebe besonders von jüngeren Fichten (aber auch älteren) dicht unter den Endknospen mit einzelnen Eiern. Das auskommende Räupchen bohrt sich in die Rinde des Triebes ein. Das Bohrloch ist nicht sichtbar, wohl aber erkennt man die Stelle des Einbohrens an einem Harztröpfchen, welches dort ausquillt und verharzt. Im Bast frißt sich die Raupe einen gewöhnlich spiraligen Gang bis zur Spitze des Triebes, um hier zuerst das Innere der Seiten- und dann der Endknospen auszufressen. Der leere Raum ist zum Teil wieder durch den Kot in Form eines bräunlichen oder schwärzlichen Pulvers ausgefüllt. Bei *certella* beschränkt sich der Fraß auf die Knospen; bei *glabratella* dagegen frißt die Raupe, wenn die Knospen zur Nahrung nicht ausreichen, weiter abwärts einen Gang im Bast oder nach Schütze in der Markröhre des Triebes. Die Länge des Triebganges scheint in Relation zu stehen zur Größe der Knospe: je kleiner diese, desto länger jener. Die Raupe überwintert in der Knospe oder im Fraßgang *(glabratella)*, um sich, nachdem sie das Flugloch genagt, zu verpuppen. Die Verpuppung findet entweder in der Knospe *(certella* und *glabratella)* oder aber im Triebgang ober- oder unterhalb des Flugloches *(glabratella)* statt. Die Falter verlassen durch die Fluglöcher die Fraßstelle[2]).

Das Fraßbild ist charakterisiert durch vertrocknete und ausgehöhlte Knospen bzw. auch die abgefallenen Nadeln an den Endteilen der Triebe *(glabratella)*. „Beim aufmerksamen Absuchen der jungen Fichten," schreibt Schütze, „(sie müssen wenigstens mannshoch sein), wird man bald bemerken, daß die Nadeln an manchen Zweigspitzen vergilbt sind und leicht abfallen, manchmal auf einer Länge von kaum 1 cm, manchmal bis 5 cm und mehr, das richtet sich ganz nach der Stärke des Ästchens. Man versuche diesen nadellosen Teil zu biegen, knickt er leicht, dann ist er ausgefressen, also bewohnt. Bei näherer Untersuchung sieht man, meist an der Knickstelle, ein kreisrundes Löchlein: das Schlupfloch von *Arg. glabratella* Zll. Es ist manchmal am Grunde der Röhre, meist aber mehr in der Mitte; zugesponnen ist es niemals. Die Puppe liegt, auch ohne jedes Gespinst, entweder ober- oder unterhalb desselben, manchmal nahe daran, manchmal weit davon.

---

[1]) In späteren Arbeiten hat Trägårdh selber diese Art als *glabratella* Zll. bezeichnet.

[2]) Merkwürdigerweise übernahm Ratzeburg ohne weiteres die Angabe Saxesens, wonach die Falter an der Spitze der Knospen ausschlüpfen sollen, sobald sich die Schuppen bei der Sonnenwärme zurückbiegen; — obwohl er die Fluglöcher erwähnt. Letztere schrieb er der Anwesenheit anderer Insekten zu.

„Um *certella* zu finden, richte man seine Aufmerksamkeit vor allem auf die Endknospen. Findet man im Frühjahr zwischen den Trieben Knospen noch völlig kahl stehen mit fest anliegenden Hüllschuppen, so sind diese in den meisten Fällen bewohnt. „Wer sie aufbricht, findet sie meist mit Kot gefüllt, manchmal mit sehr feinem, dann hat eine *Cecidomyien*-Larve darin gelebt; sie verläßt aber vor der Verpuppung die Knospe. Ist der Kot gröber, und sieht man beim Aufbrechen ein graues Räupchen oder eine kleine Puppe, dann ist es eine *Argyresthia*, und zeigt sich am Grunde der Knospe ein längliches, zusammengedrücktes Schlupfloch, dann ist es ganz sicher *Arg. certella* Zll."

Bei vermehrtem Auftreten kann der Fraß forstlich bemerkenswert werden, da ja durch jede Raupe ein ganzer Trieb zum Absterben gebracht werden kann.

Eine Bekämpfung ist nicht durchzuführen, wird aber auch kaum wirtschaftlich notwendig werden.

Nicht selten treten die beiden Knospenmotten gleichzeitig mit dem Wickler *Epiblema tedella* Cl. (s. unten) auf, wodurch der Schaden natürlich wesentlich erhöht wird.

Argyresthia laevigatella H. S.

Lärchentriebmotte.
Syn. *Arg. Zelleriella* Htg.
Taf. I, Fig. 12.

Falter: Vorderflügel lebhaft bleiglänzend, mit etwas dunklerem Vorderrande und grauen Fransen. Hinterflügel weniger glänzend. Gesicht und Wurzelglied der dunkel und weiß geringelten Fühler silberweiß. Kopfhaare etwas aufgerichtet, bräunlichgrau. (Die Färbung derselben wird verschieden angegeben, grau [Wocke], gelblich [Altum] und zinnoberrot [Th. Hartig].) Spannweite 10—12 mm.

Raupe schwarzköpfig, in der Jugend hellgelb, später weißgrau, ins Rötliche spielend mit durchscheinender dunkler Mittellinie auf dem Hinterkörper. Länge 6—7 mm.

Puppe dunkelbraun mit schwarzem Kopfe, nach hinten stark zugespitzt.

Der kleine Falter fliegt Ende Mai, Anfang Juni und belegt die nunmehr sich bildenden jungen Langtriebe in ihrem unteren Drittel oder Viertel meist nur je mit einem Ei, das wahrscheinlich in die Achsel einer Einzelnadel zu liegen kommt. Selten kommen in einem Längstrieb zwei oder mehr Räupchen zur Entwicklung; in einem Falle (Loos 1898) konnten in einem Trieb vier Räupchen festgestellt werden, welche wahrscheinlich von verschiedenen Weibchen stammten. Äußerst selten erfolgt die Eiablage in einem vorjährigen Trieb.



Abb. 118. Die Lärchentriebmotte, *Argyresthia laevigatella* H. S. $2^1/_2\times$.

Das junge Räupchen frißt zunächst in der Rinde unter der Oberhaut einen unregelmäßigen, geschlungenen Gang gegen die Spitze des Triebes zu. Später „ändert es die Richtung und frißt entgegengesetzt tiefer in das Holz, bei schwachen Zweigen bis auf das Mark eindringend, entweder in ziemlich gerader oder gewundener Richtung. An der Stelle, wo im Herbst der Fraß unterbrochen wird, überwintert das ungefähr 4 mm lange Räupchen, in ein ganz dünnes Gespinst gehüllt, um nach dem Wiedererwachen im Frühjahr den tiefer im Holz verlaufenden Gang in der alten Richtung fortzusetzen.

Äußerlich an der Rinde eines befallenen Baumes findet man kein Merkmal, welches auf das überwinternde Räupchen im nadellosen Zweig schließen läßt. Will man die Fraßstellen auffinden, so kann man dies am einfachsten dadurch erreichen, daß man den Zweig biegt, welcher an der Fraßstelle leicht abbricht.



Abb. 119. Durch *Arg. laevigatella* H. S. getöteter Lärchentrieb. Nach Nitsche.

Im ganzen erreicht der Raupengang eine Länge von etwa 4 cm. Hat das Räupchen den Fraß beendet, so wendet sich dasselbe im Gang um und nagt, etwa 6—10 mm vom Ende des Ganges entfernt, ein rundes Loch von 1—$1^1/_2$ mm Durchmesser, das es aber wieder verspinnt, um sich dann in dessen unmittelbarer Nähe in einer mit einem Gespinst ausgekleideten Puppenwiege, mit dem Kopf nach oben, zu verpuppen. Der Falter durchstößt beim Schlüpfen das leichte Gespinst am Flugloch, während die Puppe unter der Rinde zurückbleibt (Loos 1898).

Als Folge des Fraßes findet man im 2. Frühjahr den größten Teil des befallenen vorjährigen Triebes meist ganz ohne Nadelentfaltung (Abb. 119), selten mit ganz wenig angetriebenen, bald sich rötenden Nadelbüscheln im Absterben begriffen, den übrigen Teil des Triebes unterhalb der Fraßstelle dagegen normal begrünt. Nicht nur vorjährige, sondern auch zweijährige Zweige können mitunter durch den Fraß getötet werden.

Der Fraß der Raupe wurde zuerst 1872 durch Gebbers in Suderode am Harze aufgefunden und von ihm (1872) und Th. Hartig (1872) beschrieben. 1874 erhielt Altum (F. 208) den Fraß aus Schlesien und lernte ihn später bei Goslar kennen.

Bei aufmerksamem Suchen kann man ihn allenthalben nicht selten finden. In England gilt *laevigatella* neben *Nematus Erichsoni* Htg. als der Hauptschädling der Lärche (Green 1920).

Wie stark die Vermehrung werden kann, zeigt die von Loos (1919) gegebene Gradationsgeschichte von *laevigatella* im Schluckenauer Domänengebiet: „Im Frühjahr 1894 ließen sich an einer 3 m hohen Lärche 20—30 abgestorbene Zweigenden (darunter ein Stück von 49 cm Länge) zählen; im Jahre 1895 bereits 40—60 Stück an einem etwa $1^1/_2$ m hohen Bäumchen, weit über 100 Stück an 3 m hohen und höheren. Das Insekt hat sich bis 1895 stark vermehrt, besonders an Lärchen einer älteren Lärchen-Fichtenmischkultur.“

An der Beendigung dieser Gradation haben zahlreiche Parasiten mitgewirkt; auch scheinen (wie man aus langen, schmalen Öffnungen schließen konnte) räuberische Tiere eingedrungen zu sein und viele überwinternde Räupchen herausgeholt zu haben.

Daß die Vernichtung vieler vorjähriger Triebe den Lärchen schadet, dürfte unzweifelhaft sein, besonders wenn sich noch andere Schädlinge (wie *Col. laricella* Hb.) und Frost dazu gesellen.

Eine Bekämpfung ist schwierig; es käme höchstens das Abschneiden und Verbrennen der befallenen Triebe zeitig im Frühjahr, vor dem Schlüpfen des Falters, in Betracht. Gewöhnlich wird jedoch der Befall zu spät entdeckt.

Von Nadelholz-Argyresthien seien noch einige an Wacholder vorkommende Arten genannt, die aber viel zu spärlich auftreten, um schädlich sein zu können. Es sind: *A. abdominalis* L. und *aurulentella* Stt., die in den Nadeln minieren (erstere frißt sich von Nadel zu Nadel unter der Rinde durch, letztere verläßt jede ausgefressene Nadel); ferner *A. arcenthina* Zll., die Gänge in die Triebspitzen frißt, und *praecocella* Zll., die in den Beeren lebt (Reh). —

Argyresthia goedartella L.

Erlenblütenmotte.

Falter: Vorderflügel stark glänzend, gelblichweiß, mit zwei goldbraunen Binden, die 2. gegen den Vorderrand breit gegabelt, am Saum goldbraun, mit zwei weißlichen Flecken. Kopf gelblichweiß, Thorax goldgelb. Spw. 13—14 mm (Abb. 120). — Die Raupe nur sehr kurz und sparsam behaart, mit kleinen Warzen besetzt, ist entweder mehr rotbraun oder grünlich mit rötlichen Einschnitten.

Die Raupen dieser schönen Motte leben, wie schon Ratzeburg im wesentlichen bekannt war, in den männlichen Blütenkätzchen der Birke und Erle, und zwar von Herbst bis Frühjahr, um dann zur Verpuppung auf selbstgesponnenen Wegen herabzuwandern. Meistens verpuppen sie sich in tieferen Rindenritzen, oder sie bohren sich auch selbst etwas in die Rinde ein, ohne aber hierbei nennenswerte Verletzungen zu verursachen, oder endlich, sie wandern tiefer hinab und gehen in den Boden.



Abb. 120. Die Erlenblütenmotte, *Argyresthia goedartella* L. $3^1/_2\times$.

Im Jahre 1912 erregte diese Art in Sachsen die Aufmerksamkeit des Forstmannes, als auf den gegen Nonne geleimten Birken oberhalb des Leimringes größere Mengen der grünlichen bis bräunlichen Räupchen sich ansammelten, die ähnlich wie die Nonnenräupchen dichte Gespinste anfertigten. (Escherich und Baer, 1913, S. 125). Meist wurde bei den Einsendungen, die von verschiedenen Gegenden Sachsens zeitig im Frühjahr nach Tharandt gemacht wurden, die Besorgnis ausgesprochen, daß es sich um einen neuen Feind zu handeln scheine. Diese Befürchtung traf glücklicherweise nicht zu, denn *goedartella* ist forstlich als ein harmloses Tier zu bezeichnen.

Argyresthia pygmaeella Hb.

Weidenknospenmotte.

Falter: Vorderflügel stark glänzend, gelblichweiß, am IR mit einer schrägen, vorne abgekürzten rotbraunen Binde in der Mitte und je einem goldbraunen Fleck vor oder hinter derselben. — Raupe gelbgrün mit gelbbräunlichem Kopf und Afterschild.

Raupe im April und Mai in Kätzchen und Knospen von Weiden, dringt auch in das Mark der Zweige ein. Puppe Ende Mai an den Blättern oder am Boden. Falter im Juni.

Noch eine ganze Reihe anderer *Argyresthia*-Arten leben als Raupen in den Knospen von Laubbäumen, wie *A. pulchella* Zll. in denen von Hasel und Eberesche, *cornella* F. von Apfelbaum, *albistria* Hw., von Hasel, Buche, Birke usw., jedoch meist nur in geringer, unschädlicher Zahl.

Gattungen Cedestis Zll. und Dyscedestis Spul.

Cedestis Zll.: Palpen kurz, hängend, plump, locker beschuppt. Vorderflügel (Abb. 121) in der Weise zugespitzt, daß der IR hinter der Mitte bis zur Spitze eine etwas schräge, aber ziemlich gerade Richtung hat und der VR vor der Spitze stärker gebogen ist. Vorderflügel mit 2 Endästen von m. Hinterflügel mit 5 von dem Discus ausgehenden Endästen (r, m_1, m_2, cu_1 und cu_2).

Dyscedestis Spul.: Von *Cedestis* nur durch das Geäder unterschieden. Im Vorderflügel fehlen die zwei Endäste von m (vielleicht m_3 und m_2 mit cu_1 verschmolzen) und im Hinterflügel m_3 näher an $m_{1,2}$ verlaufend.

Die Raupen der beiden Gattungen, deren jede nur je eine Art enthält, minieren in Kiefernnadeln.

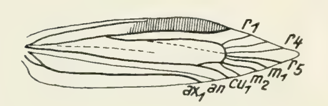


Abb. 121. Flügelgeäder von: A *Cedestis gysselinella* Dup. Nach Spuler.



Abb. 122. *Cedestis gysselinella* Dup. 10mal vergr. Nach Trägårdh.

Cedestis gysselinella Dup.

Falter: Vorderflügel weißlich, bräunlich bestäubt, mit zwei goldbräunlichen Binden vor der Mitte (Abb. 122). — Raupe glänzend blaugrün, Kopf gelb. Sie ändert im letzten Stadium (freilebend) ihre Gestalt ganz wesentlich gegenüber der in den Nadeln minierenden Raupe. Die letztere ist gelbrot, mit winzigen Spinulae besetzt und stark chitinisiertem Prothorakalschild, während die erstere olivgrün gefärbt ist und kräftige Borsten auf schwarzen Flecken besitzt usw. (Abb. 123 B und C).

Die Bionomie ist durch Trägårdh (1911 und 1915) geklärt. Die Generation ist einjährig. Der Falter fliegt im Juli und legt seine Eier, je 1 Stück, an die Basis einer Kiefernnadel. Die Raupe dringt durch die Unterseite des Eies in die Nadel ein und miniert in dieser gegen die Spitze zu einen Gang von ca. 35 mm. Derselbe ist beim Beginn sehr schmal und erweitert sich spitzenwärts immer mehr und mehr, bis er das ganze Innere der Nadel einnimmt. Der ausgehöhlte Raum ist dicht mit den Exkrementen angefüllt. In manchen Fällen reicht der Gang bis zur Spitze der Nadel, in anderen hört er schon vorher auf (Abb. 123 A).

Wenn die Raupe erwachsen ist, verläßt sie den Gang durch ein rundes Loch auf der konkaven Seite der Nadel und verweilt einige Tage außerhalb der letzteren, bis sie sich zum letztenmal gehäutet. Im letzten Stadium nimmt sie kaum Nahrung zu sich; nach 4—5 Tagen beginnt sie einige Nadeln lose zusammenzuspinnen und sich zwischen ihnen zu verpuppen. Die Raupe hat also zwei Perioden, eine endophyte und eine freilebende, was sich auch in

großen morphologischen Verschiedenheiten der entsprechenden Stadien ausdrückt, wie oben bereits erwähnt (Abb. 123 B u. C). Trägårdh (1911) gibt eine ausführliche Beschreibung dieser interessanten Verhältnisse.

Dyscedestis farinatella Dup.

Vorderflügel hellgrau, dunkel bestäubt, in der Endhälfte bräunlich verdunkelt, mit einer bräunlichen, hinten weißlich gesäumten Binde (Abb. 124).

Die Raupe miniert ebenfalls in Kiefernnadeln, und zwar, wie es scheint (Trägårdh 1915), in ganz ähnlicher Weise wie *Ocnerostoma piniariella* Zll., nämlich von der Spitze der Nadel basalwärts vordringend (also umgekehrt wie bei der vorigen Art).

Auch in bezug auf den Ablauf der Entwicklung scheinen weitgehende Übereinstimmungen der beiden genannten Arten zu bestehen, ebenso in bezug



Abb. 124. *Dyscedestis farinatella* Dup. 7 mal vergr. Nach Trägårdh.

Abb. 123. A von *Cedestis gysselinella* Dup. minierte Kiefernnadel (im oberen Drittel das Ausbohrloch), B junge minierende Raupe, C vordere Hälfte der erwachsenen freilebenden Raupe. Nach Trägårdh.

Abb. 125. Flügelgeäder von *Ocnerostoma piniariella* Zll. Nach Spuler.

auf die Parasiten. Trägårdh (1914) hat bei beiden den interessanten polyembryonal sich entwickelnden Chalcididen *Ageniaspis fuscicollis* Dalm. (siehe unten bei *Ocnerostoma piniariella*) beobachtet.

Gattung Ocnerostoma Zll.

Kopf oben rauhharig, Gesicht glatt, Augen sehr klein, Palpen sehr kurz, knospenförmig. Vorderflügel mit sehr großem Stigma; die Endäste (vom Discus ausgehend) auf 6 reduziert, r_2 mit r_3, m_1 vielleicht mit r_5 und m_3 mit cu_1 verbunden. Hinterflügel breit lanzettlich, scharf zugespitzt (Abb. 125).

Die Gattung enthält zwei Arten, von denen die eine (*O. piniariella* Zll.) in Kiefernnadeln und die andere (*copiosella* Frey) in Arvennadeln miniert.

Ocnerostoma piniariella Zll.

Kiefernnadelmotte.

Taf. I, Fig. 13.

Falter: Kopfhaare weißlich, Fühler hellgrau, einfarbig oder verloschen geringelt, Vorderflügel glänzend, entweder weißlich und an der Wurzel des Vorderrandes und am Innenrande mit schwachem grauen Anfluge, oder heller oder dunkler bräunlich grau mit einem weißen, unbestimmten Längsstreifen. Die Fransen des Saumes grau angeflogen. Hinterflügel grau, dunkler gefranst. Spannweite 4,5—5 mm.



Abb. 126. Die Kiefernnadelmotte, *Ocnerostoma piniariella* Zll. (7 mal vergrößert). Nach Trägårdh.

Raupe schlank, mit sehr kleinem, herzförmigem, glänzend schwarzem Kopfe; Leib graugrün, glanzlos, unbehaart; Nackenschild dunkelbraun, vorn gelappt; Afterklappe mit rundem, schwarzem Chitinschilde, Brustfüße dunkel chitinisiert.

Puppe auffallend schmal und langgestreckt, fettglänzend, rötlich gelb. Flügelscheiden lang, an der Spitze frei vorragend, Rücken der Segmente glatt, Hinterende unbewehrt.

Die Bionomie dieser Motte wurde zuerst von v. Heyden (1832), dann von Altum (1887), und endlich in neuerer Zeit am eingehendsten von Trägårdh (1915) studiert.

Das ♀ belegt einzeln meist ältere Nadeln nahe der Spitze mit je 1 Ei. Das Räupchen nagt sich hier in die Nadel ein, zuerst einen schmalen Gang

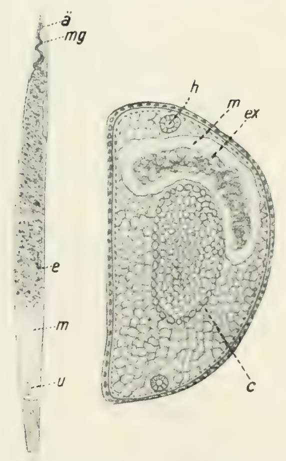


Abb. 127. Minenfraß von *Ocnerostoma piniariella* Zll. *ä* Einbohrloch des Räupchens, *mg* schmaler Anfangsgang, *e* breite, die ganze Nadel einnehmende Mine mit Kot gefüllt, *m* leerer Minenteil, *u* Ausbohrloch, *h* Harzkanal, *ex* Exkremente. Nach Trägårdh.

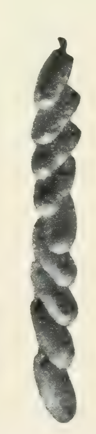


Abb. 128. Raupe von *Ocnerostoma piniariella* Zll., gefüllt mit den Kokons von *Ageniaspis fuscicollis* Dalm. Nach Trägårdh.

minierend, um schon nach 10 oder 12 mm das ganze Innere der Nadel auszuhöhlen, lediglich die Hypodermis und Epidermis übrig lassend. In dieser Weise miniert es nadelabwärts bis nahe der Nadelscheide. Die Mine vom ersten Beginn an erreicht eine Länge von ca. 40 mm, der distale größte Teil der Mine ist dicht mit Exkrementen angefüllt, während das proximale Ende in einer Länge von etwa 9—10 mm völlig leer ist (Abb. 127). Es ist dies der Platz für die Larve, bevor sie die Nadel verläßt und wo sie auch überwintert. Übrigens scheint die Winterruhe nicht sehr tief zu sein, denn Trägårdh fand die Raupe auch im Winter fressend, sobald die Temperatur $+4{,}5^{0}$ C erreichte.

Ausgewachsen verläßt die Raupe die Brutnadel, befestigt sich an einer benachbarten, wo sie sich nochmals häutet. Im letzten Stadium nimmt sie keine Nahrung mehr zu sich, sondern beginnt sogleich damit, die Brutnadel und verschiedene benachbarte (4—6) zu einer Röhre zusammenzuspinnen, in welcher die Verpuppung stattfindet.

Die Generationsverhältnisse sind noch nicht völlig geklärt; Altum nimmt eine einjährige Generation an, v. Heyden dagegen eine doppelte mit dem ersten Flug im Juni und dem zweiten Flug im August. Trägårdhs Beobachtungen sprechen für die letztere Annahme, indem er Mitte Juli ältere Raupen und am 3. August an der gleichen Lokalität wieder frisch geschlüpfte Räupchen fand. Letztere stellen jedenfalls eine zweite Generation dar, die überwintert und im Juni die Falter gibt, von denen die im Juli beobachteten Raupen und die im August von v. Heyden u. a. beobachteten Falter stammen. Die Bioformel wäre danach

$$\frac{6 - 67}{7 + 8 \left| \dfrac{8 - 8{,}5}{5 - 6} \right.}$$

O. piniariella Zll. ist eine über einen großen Teil von Europa verbreitete Motte, die sich bisweilen so stark vermehrt, daß die Fraßerscheinungen auffallend werden; so fand bei Eberswalde in den 80er Jahren in einem schlechten 10—12 m hohen Kiefernbestand ein starker Fraß statt, der durch die vielen gelben Nadeln und späterhin durch die zahlreichen zusammengesponnenen Nadelbüschel die Aufmerksamkeit des Forstmannes erregte. Die Raupe ging hier von den untersten Zweigen bis ungefähr 8 m Höhe; sie ist eine Genossin des Rüsselkäfers *Brachonyx pineti* Payk und der Gallmücke *Cecidomyia brachyntera* Schwaeg.

Als häufigsten Parasiten fand Trägårdh den Chalciciden *Ageniaspis fuscicollis* Dalm. (wohl die var. *praysincola)*, der durch seine polyembryonale Entwicklung bekannt geworden ist. Er ist bis jetzt nur aus Hyponomeutiden gezogen worden, und zwar außer aus *Ocnerostoma* noch aus *Hyp. cognatella* Hb. und *malinella* Zll., *Prays oleellus* F. und *Dyscedestis farinatella* Dup. (s. oben).

Trägårdh nimmt an, daß die Wespe ihre Eier in die Eier von *piniariella* legt, da sie die Raupe in der Nadel infolge deren harten Epidermis nicht erreichen kann. Wenn die Raupe erwachsen ist und die Nadel verläßt, ist sie vollkommen angefüllt mit den Parasiten (Abb. 128). Sie kann sich aber trotzdem noch häuten und ihren Kokon spinnen; dann erst geht sie zugrunde. Gewöhnlich entwickeln sich 8—12 Parasiten in einer Raupe. Zuweilen ist der Prozentsatz der parasitierten Raupen sehr groß, bis 75% (Trägårdh, 1914).

Ocnerostoma copiosella Frey.

Arvenmotte.

Unterscheidet sich von *piniariella* nur durch die etwas größere Gestalt, die dunklere graue Färbung und die breiteren, an der Spitze abgerundeten Vorderflügel. Die meisten Autoren sehen sie als Lokalvarietät von *piniariella* an[1]).

„Streng an die Arvenregion gebunden, bildet *copiosella* eine markante Erscheinung in den Hochgebirgswaldungen, indem sie erst bei 1600 m Höhe auftritt, ihre stärkste Entwicklung jedoch zwischen 1700 und 1900 m erreicht" (Keller 1910).

Bourgeois (1894) hat *copiosella* zuerst in die Forstzoologie eingeführt und auch die ersten näheren Angaben über die Bionomie gemacht, die später Keller (1901 und 1910) mehrfach ergänzt und berichtigt hat.

Nach den Feststellungen des letzten hat die Arvenmotte doppelte Generation mit annähernd der gleichen Bioformel wie *piniariella* (s. auch Standfuß 1894). Die erste Flugzeit fällt in die erste Hälfte des Juni, die zweite Mitte bis Ende Juli. Der Hauptflug fällt in die ersten Morgenstunden von 5—7 Uhr. Um diese Zeit umschwärmen die beweglichen ♂♂ die Arvenzweige, während die ♀♀ gewöhnlich auf den Nadeln hin und her laufen. Um 8 Uhr läßt das Schwärmen nach, und in den heißen Mittagsstunden tritt völlige Ruhe ein. Die Motten sitzen dann träg an den Nadeln, gewöhnlich in der Nähe der Spitze. Sie lassen sich jetzt ganz bequem abklopfen und zeigen gar keine Neigung zu fliegen. Auch während des Schwärmens entfernen sie sich nicht von ihrem Nährbaum. In welchen Massen die Motten auftreten können, geht aus einer Schätzung Kellers hervor, wonach eine etwa 4 m hohe Arve von mindestens 800—1000 Exemplaren umschwärmt wurde.

Bei der Begattung sind die Paare ziemlich fest verhängt und sitzen dann meist ruhig am Nadelende. Die gelbgrünen Eier werden einzeln oder auch wohl zu zweien an die Nadelenden (dicht an der Spitze) gekittet. Die dunklen Räupchen mit glänzend schwarzem Kopf bohren sich in die Nadel ein und minieren in derselben, wie oben bei *piniariella* geschildert. Auch die Verpuppung findet in gleicher Weise zwischen zusammengesponnenen Nadeln statt.

Die Arvenmotte kommt in ihrem Verbreitungsgebiet oft lokal scharf begrenzt vor. Sonnige, der Insolation stark ausgesetzte Hänge scheinen besonders bevorzugt, schattige Lagen dagegen gemieden zu werden. Jedes Alter der Arven wird befallen, doch werden frohwüchsige, junge Arven entschieden vorgezogen. Sie ist ein hartnäckiger und lästiger Schädling, der an demselben Ort Jahr für Jahr in starker Vermehrung auftreten kann. Nehmen wir dazu die doppelte Generation, so kann zumindest merklicher Zuwachsverlust nicht ausbleiben. Ein Absterben von Arven ist selbst nach langen Fraßperioden nicht beobachtet worden. Die befallenen Stellen sind schon von weitem an einer Verfärbung des Nadelwerkes zu erkennen, die dadurch zu einer allgemeinen wird, daß die Beschädigung sich nicht nur auf die jeweils befressene Nadel beschränkt, sondern auch die übrigen vier Nadeln des Bündels absterben.

An natürlichen Feinden sind eine Schlupfwespe (*Pezomachus*-Art),

[1]) Heinemann (S. 660) kann *copiosella* nicht von *piniariella* trennen, welch letztere in der Form der Vorderflügel etwas veränderlich sei. Allerdings sah er die Stücke aus dem Engadin (*copiosella*) niemals so weiß wie die hellen Stücke von *piniariella*.



Tineiden ⟨Motten⟩

v. Kennel del.

1 Eriocrania sparmanella Bosc. 2 Nepticula sericopeza *Zll.* 3 Tischeria complanella *Hb.* 4 Adela ochsenheimerella *Hb.* 5 Tinea cloacella *Hw.* 6 Tineola biselliella *Hum.* 7 Prays curtisellus *Dup.* 8 Hyponomeuta padella *L.* (= variabilis) 9 Argyresthia fundella *F. R.* 10 A. certella *Zll.* 11 A. illuminatella *F. R.* 12 A. laevigatella *H. S.* 13 Ocnerostoma piniariella *Zll.* 14 Gracilaria rufipennella *Hb.* 15 Eutrichocnemis simploniella *F.* 16 Coleophora laricella *Hb* 17 C. fuscedinella *Zll.* 18 C. lutipennella *Zll.* 19 Eustaintonia pinicolella *Dup.* 20 u. 21 Chimabacche fagella *F.* 22 Carcina quercana *F.* 23 Borkhausenia stipella *L.* 24 Stenolechia gemella *L.* 25 Teleia proximella *Hb.* 26 Gelechia electella *Zll.*
Vergr. 2½mal.

ferner zahlreiche Spinnen, die Jagd auf die Raupen machen *(Lyniphia, Theridium* usw.) gefunden worden. „Die Vogelwelt scheint ganz untätig zu sein.“ Bisweilen tritt eine Mykose auf, an der viele Raupen und Puppen zugrunde gehen.

Als Bekämpfungsmittel empfiehlt Keller (1901) das Abklopfen der Motten in den heißen Mittagsstunden in untergehaltene Hamen.

Gattung Cerostoma Ltr.

Palpen mit breitem, vorstehendem Haarbusch. Vorderflügel mit relativ kleinem Stigma (kann auch fehlen). Basal *m* meist gut erhalten; 9 Endsätze vom spitzenwärtigen Teil des Discus ausgehend. Lange, kräftige Wurzelschlinge. Hinterflügel mit breitem Faltenteil und vorgebauchtem Analfeld; Adern *rr* und m_1 lang gestielt (Abb. 129).

Die Raupen auf Laubholz, die Puppen in kahnartigem Gespinst.

Enthält ca. zwei Dutzend teils recht abweichende Formen; forstlich kaum bemerkenswert.

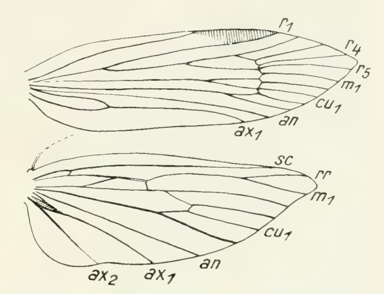


Abb. 129. Geäder von *Cerostoma parenthesellum* L. Nach Spuler.

Cerostoma parenthesellum[1]) L.

Syn. *Tinea costella* F. und *Tinea Judeichiella* Rtzb.

Falter: Hellgelbbraun bis zimtfarben, glänzend, bisweilen violett schimmernd, unter dem VR einen breiten weißen, bis gegen die Flügelmitte reichenden Längsstreifen, der sich oft in feiner Linie bis zur Spitze fortsetzt. Mitunter fehlt die weiße Strieme ganz oder ist nur als feine Linie vorhanden. Spannweite 17—19 mm. Raupe gelbgrün, mit schwarzen Wärzchen und gelbbraunem Kopf.

Kommt in Buchenbeständen vor. Die Raupe frißt auf der Unterseite der Blätter und ist wegen ihrer grünen Färbung schwer zu sehen. Am meisten schadet sie den Keimlingen; sie kommt aber auch auf alten Buchen vor, an welchen man sie häufig an einem Faden hängen sieht (Ratzeburg W. II. 418). Auch Altum (1888 a) hat *parenthesellum* als Beschädigerin des Buchenaufschlages gefunden. Die Raupe frißt die Plumulablätter, indem sie dieselben namentlich gegen die Spitze zu grob skelettiert; sie spinnt hierbei und an diesen Stellen liegt auch die Puppe.

6. Unterfamilie: *Gracilariinae.*

Blatt-Tütenmotten.

Zierliche, schlanke Tierchen mit langem, dünnem Körper und meist sehr schmalen Flügeln. Im Vorderflügel r_1 weit zurückgezogen, *sc* kurz; m_2

---

[1]) Ratzeburg führt in seiner Waldverderbnis (II. 418) zwei Tineiden unter dem Namen *Tinea costella* F. und *Judeichiella* Rtzb. an, die aber nach dem Katalog von Staudinger und Rebel Synonyme von *Cerostoma parenthesellum* L. sind. Allerdings gibt Ratzeburg für seine beiden Arten verschiedene Fraßpflanzen an: für *costella* die Buche und für *Judeichiella* die Tanne (Knospen). Das letztere Vorkommen scheint aber nicht direkt beobachtet zu sein, sondern wird lediglich daraus geschlossen, daß „*Judeichiella* der knospenbewohnenden *Bergiella* (siehe oben S. 164) sehr ähnlich ist“. (W. II. S. 14.) Altum (F. II. 313) identifiziert irrtümlicherweise *Judeichiella* mit *coraciella* F. R., die der *parenthesellum* zwar nahesteht, aber nach Staudinger-Rebel, Spuler usw. eine eigene Art darstellt.

manchmal mit m_3 verschmolzen; *an* bis oder bis fast an den Saum deutlich. Hinterflügel spitz lanzettlich, mit nahe an der Basis vorgebauchtem VR, m_3 an cu_1 angeschlossen; *an* stets deutlich, Faltenadern verkümmert (Abb. 130).

Die Falter fliegen in der Dämmerung und nehmen in der Ruhe eine eigentümliche Stellung ein: sie halten den Vorderkörper sehr hoch, indem die Schienen und Füße der vier vorderen Beine fast senkrecht auf der Fläche stehen, die Hinterbeine den Leib entlang ausgestreckt und die steil dachförmigen Flügel nach hinten abwärts gerichtet sind, so daß sie die Sitzfläche berühren, die Fühler sind nach hinten zurückgelegt. Raupen 14-füßig, da das 4. Paar Bauchfüße fehlt. In der Jugend sind alle Blattminierer, ein Teil derselben bleibt es bis zur Verpuppung, die meisten verlassen aber die Minen und leben dann in einem auf verschiedene Weise umgeschlagenen oder zusammengerollten Blatt, die innere Seite benagend.

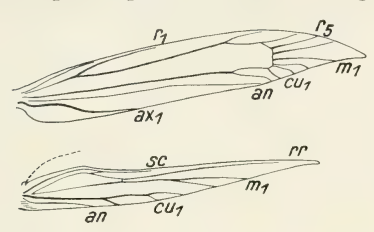


Abb. 130. Geäder von *Gracilaria* Zll. Nach Spuler.

Gattung Gracilaria Zll.

Scheitel und Gesicht glatt, zwischen den Fühlern vorgewölbt, beschuppt. Fühler dünn, vor den Augen eingelenkt. Vorderflügel an der Spitze deutlich abgebogen, mit sehr langem Discus, Ader r_1 bis hinter die Discusmitte zurückgezogen; cu_2 bis zur Abgangsstelle von r_2 zurückgezogen, mit cu_1 nach dem Rand zu stark konvergierend. Hinterflügel spitz lanzettlich mit nahe der Basis vorgebauchtem VR, $m_{1,2}$ spät geteilt, m_3 an cu_1 angeschlossen, *an* deutlich, ax_1 und ax_2 verkümmert.

Die Raupen leben später in tütenförmigen Blattgehäusen.

In Europa 15 Arten, von denen nur eine Art in der forstlichen Literatur Erwähnung findet, nämlich

Gracilaria rufipennella Hb.

Ahornmotte.

Taf. I, Fig. 14.

Falter: Vorderflügel zimtrot oder zimtgelb, mit ungezeichneten Fransen, Schenkel und Schienen der 4 Vorderbeine schwärzlich gefleckt, Hinterschenkel weißlich mit dunklem Mittelfleck. Spw. 11—13 mm.

Diese vor allem in Gebirgsgegenden verbreitete *Gracilaria* wurde unseres Wissens bisher nur einmal in der forstlichen Literatur erwähnt, nämlich von Fankhauser (1904). In der Schweiz allenthalben nicht selten, trat sie 1896 in St. Gallen in auffallender, starker Vermehrung auf, und zwar vor allem an Bergahorn, während Spitz- und Feldahorn weniger zu leiden hatten.

Die Flugzeit fällt in die Monate Juli bis September (doppelte Generation?). Der Raupenfraß wurde in den Monaten Juni und Juli beobachtet. Das ganze Räupchen miniert zuerst im Blatt; später verläßt es die Mine und lebt im Innern eines tütenförmig zu einem Kegel eingerollten Blattlappens


Abb. 131. Die Ahornmotte, *Gracilaria rufipennella* Hb. $2^1/_2 \times$.

(Abb. 132). Fankhauser gibt interessante Einzelheiten an über die Art und Weise, wie das Räupchen die Tüte fertigt usw.

Eine nennenswerte forstliche Bedeutung kommt *rufipennella* kaum zu.



Abb. 132. Fraß von *Grac. rufipennella* Hb. an Ahorn. Nach Fankhauser.

Gracilaria (Xanthospilapteryx)[1] syringella F.

Fliedermotte.

Falter: Vorderflügel gelblich olivbraun, durch feine weißliche und dunkelbraune Punkte und Flecken marmoriert, weißliche Querbinden bei $^1/_4$ der Mitte, vor der Spitze am VR 2 häkchenartige weiße Fleckchen, 1 dreieckiges Fleckchen am I-Winkel und 1 Häkchen am Saum vor der Spitze. Spannweite 12–14 mm (Abb. 133). — Raupe im 1. Stadium glashell, plattgedrückt, ohne Beine und Haare (Abb. 134 A); im 2. Stadium weiß oder schwach grünlich mit dunkelgrüner Rückenlinie, mit Borsten besetzt und schwach gebräuntem Kopf (Abb. 134 B).

Die Fliedermotte gehört zu einem unserer häufigsten Kleinschmetterlinge, dessen Verunstaltungen an Fliederblättern fast in jedem Garten zu sehen sind. Sie ist denn auch schon oft Gegenstand der Beobachtung gewesen und hat zu einer ziemlich umfangreichen Literatur älteren und neueren Datums Veranlassung gegeben (Amyot 1864, Bail 1908, Fulmek 1910, Trägårdh 1911, Stäger 1923). Der letztgenannte Autor gibt eine ausführliche Darstellung der Lebensweise auf Grund eingehender eigener Untersuchungen, durch die mit manchen falschen Vorstellungen Bails aufgeräumt und die Angaben Fulmeks und Trägårdhs mehrfach ergänzt wurden.

Die Motte schwärmt an milden Maiabenden (bzw. im Juli) um Fliederbüsche, Eschen usw., und zwar mit Vorliebe im Schatten. Die Ablage der Eier findet stets an der Blattunterseite statt, meist im vorderen Drittel des völlig entwickelten Blattes. Die Eier liegen gewöhnlich zu 6—20 Stück in einer Reihe an der Seite des Haupt- oder eines Nebennerves.

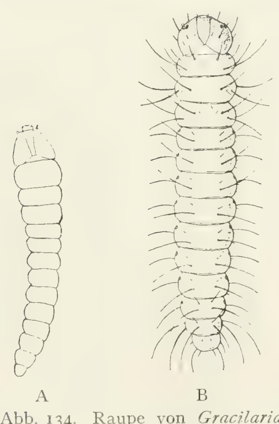
Nach 8—10 Tagen schlüpfen die winzigen, glashellen Räupchen, die sofort durch den Eiboden hindurch in das Gewebe des Blattes eindringen. Die Räupchen bleiben eng aneinandergeschmiegt in einer Kolonne zusammen

[1] Spuler trennt *Xanthospilapteryx* als besondere Gattung von *Gracilaria;* wir wollen hier *Xanthospilapteryx* als Untergattung bei *Gracilaria* belassen. Spuler gibt folgende Merkmale für seine Gattung an: Kopf hinter den Augen mit emporgerichtetem Haarschuppenschopf. Fühler vorne über den Augen eingelenkt. Vorderflügel gegen die Spitze weniger stark abgebogen. Discus gegen die Spitze stark verbreitert, mit Andeutung von Anhangszelle. Von den 4 Adern, die hinter der Zellmitte von der Zelle in den Vorderrand abgehen, entspringen die ersten beiden weniger weit voneinander getrennt als die letzten beiden.

und vollführen in dieser Form gemeinsam ihren Minierfraß. Haben die Raupen eine Mine nach allen Richtungen leergefressen, so daß die Mine die größere Hälfte des Blattes oder selbst das ganze Blatt einnimmt, so verlassen sie diese durch eine oder mehrere Öffnungen und begeben sich auf die Unterseite eines frischen Blattes, um dieses nach unten aufzurollen und zusammenzuspinnen (Abb. 135). Der Platz- und Fraßwechsel findet nur des Nachts oder in den ersten Morgenstunden statt. Um das Aufrollen zu erleichtern, wird zunächst die Hauptrippe des Blattes an mehreren Stellen durchgebissen bzw. eingekerbt. Während 1—2 Raupen mit dieser Arbeit beschäftigt sind, beginnen andere mit dem Einbiegen und Aufrollen des Blattes. Letzteres geschieht mit Hilfe von Spinnfäden, und zwar nicht so, daß die Raupen aktiv mit den Fäden die Spitze einziehen und das Blatt aufrollen (wie Amyot meinte), sondern einzig durch das Eintrocknen und der damit verbundenen Verkürzung der Spinnfäden, die am richtigen Ort angebracht worden waren. Mit dem Aufrollen geht auch der Verschluß der seitlichen Öffnungen Hand in Hand; der ganze Vorgang nimmt etwa 1—$1^1/_2$ Stunden in Anspruch.



Abb. 133. Die Fliedermotte *Gracilaria syringella* F. 3 ×.



A B

Abb. 134. Raupe von *Gracilaria syringella* F. A junges minierendes Stadium, B erwachsenes, frei lebendes Stadium. Nach Trägårdh.



Abb. 135. Fraß von *Grac. syringella* F. im aufgerollten Fliederblatt.

Die ganze Raupengesellschaft befindet sich jetzt wohlgeborgen in dem Wickel, in welchem der Fraß fortgesetzt wird durch Abnagen der Epidermis der Blattoberseite. Ist der erste Wickel ausgefressen, so begeben sich sämtliche Raupen auf ein neues Blatt, das sie in der gleichen Weise behandeln. Dies wird solange wiederholt, bis sie ausgewachsen sind (ca. 8 mm lang).

Dann verlassen sie gewöhnlich (nicht immer) ihre bisherige Wohnung entweder mit Hilfe eines Gespinstfadens oder durch Kriechen, um sich in Rindenspalten, Zweigachseln oder sonstigen kleinen Schlupfwinkeln oder im Boden einzuspinnen bzw. zu verpuppen. Die Puppenruhe dauert ca. drei Wochen; die ganze Entwicklung vom Ei bis zum Falter ca. sieben Wochen, so daß mindestens zwei Generationen, in wärmeren Gegenden sogar drei Generationen, die Regel sind.

Als Fraßpflanze kommt außer dem Flieder noch die Esche *(Fraxinus excelsior)* und Liguster *(Ligustrum vulgare)* in Frage (nicht aber *Evonymus*, wie vielfach in der Literatur angegeben).

Der Fraß wechselt in seiner Intensität nach den Jahren. Oft treten die Raupen sehr zahlreich auf, daß jedes Blatt befallen ist; dann kommen wieder Jahre, in denen ein Befall kaum zu bemerken ist. Als Parasiten sind gezogen die Schlupfwespen: *Angitia chrysosticta* Gmel., *Apanteles dilectus* Hal., *A. fuliginosus* Wesm., *A. impurus* Nees, *A. ruficornis* Nees und *Ascogaster rufidens* Wesm. Eine Bekämpfung kommt wohl hauptsächlich in Baumschulen in Frage: Abpflücken der befallenen Blätter oder Zerdrücken der Raupen in den Minen; Spritzen mit Petroleumseifenbrühe.

Gracilaria (Eutrichocnemis)[1] simploniella F. R.

Eichenrindenminiermotte.

Taf. I, Fig. 15.

Die Motte (Abb. 136) gleicht in Gestalt, namentlich der langen Fransen der grauen Hinterflügel, der bekannten Lärchenminiermotte, doch ist sie beträchtlich größer und hat prächtig milchweiße Vorderflügel, die besonders in ihrem Spitzenteil noch mit bräunlich gelben, schwarz geränderten Binden geziert sind. Hinterschienen mit 2 Reihen abstehender Borsten besetzt. Spw. 10—11 mm (Abb. 137).



Abb. 136. Die Eichenrindenminiermotte *Gracilaria (Eutrichocnemis) simploniella* F. R. 3×.

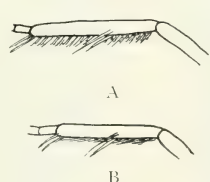


Abb. 137. Hinterschiene: A von *Gracilaria (Eutrichocnemis) simploniella* F. R., B von einer anderen *Gracilaria*. Nach Hering.

Die Raupe ist eine ausgeprägte Minier-Anpassungsform (Abb. 138). Der Körper der erwachsenen Raupe ist stark deprimiert, die einzelnen Segmente springen seitlich in der Mitte winklig stark hervor. Die Stigmen kommen in die Mitte der Vorderwände dieser Ausbuchtungen zu liegen. Die ventralen und dorsalen Flächen der Segmente werden zum größten Teil von stärker chitinisierten, rauhen Platten eingenommen, die als Kriechschwielen dienen. Die Beine (sowohl die Brust- als die Bauchfüße) sind fast völlig rückgebildet. An Stelle der Brustfüße finden sich nur klauenlose, winzige Wärzchen, und anstatt der Bauchfüße kranzförmige Wülste. Auch der Kopf ist stark deprimiert, sein Vorderrand fast schneidend.

[1]) Die von Spuler aufgestellte Gattung *Eutrichocnemis*, die ich hier als Untergattung bei *Gracilaria* belasse, zeichnet sich lediglich dadurch aus, daß die Hinterschienen mit zwei Reihen abstehender Börstchen besetzt sind, während sie bei *Gracilaria* anliegend behaart sind (Abb. 137).

Im vorletzten Stadium ist die Raupe noch flacher, die rauhen Chitinplatten noch stärker ausgebildet und zum Teil mit starken Zähnen reibeisenartig besetzt. Die Mandibeln sind in diesem Stadium fast völlig flach und gleichen gerippten Messerklingen (Baer).

Obwohl die Fraßerscheinungen, die geschlängelten Rindenminen an Eichen, durchaus nicht selten sind, ist der Urheber derselben erst im Jahre 1909 von W. Baer (1909) als *Grac. simploniella* F. R. festgestellt worden. Der genannte Forscher gibt eine sehr eingehende Schilderung der Lebensweise und auch der Morphologie der Raupe, die durch ihre Anpassungsmerkmale allgemeines Interesse beansprucht.

Wir folgen hier in der Hauptsache Baers Ausführungen: „Die Mine," schreibt dieser, „fand sich an der glatten Rinde der Stämmchen und Äste in großer Anzahl. Äußerst schmal beginnend, schlängelt sie sich zuerst, oft basalwärts, auf der einen Seite des Stämmchens oder Astes hin, kehrt sodann um und verläuft unter mäandrischen Windungen weiter, die sich einander parallel, oft eng aneinanderlegen, in einer Breite von 2—4 und zuletzt sogar 5 mm; schließlich endigt sie als große Blasenmine, die etwa einen Platz von 5 qcm bedeckt (Abb. 139). Je nach der Stärke des Materials erstreckt sich die Mine im ganzen an demselben über eine Länge von etwa 12—20 cm. Die mäandrischen Windungen greifen auch an stärkeren Stämmchen von mehreren Zentimetern Durchmesser mehr oder weniger weit um dasselbe herum und erinnern in ihrem Verlauf oft sehr an die Fraßgänge der *Agrilus*-Arten. Die unterhöhlten Partien der Rindenoberhaut erscheinen aufgetrieben und treten reliefartig hervor. Der nachwachsende Wundkork sprengt schließlich die Oberhaut selbst, namentlich aber platzt die zarte Decke der großen Minenblase alsbald beim Eintrocknen (Abb. 139). Dieser letzte Umstand ist wohl nicht ganz ohne Bedeutung für das auskommende Falterchen. Hier in der Blasenmine schreitet nämlich das erwachsene Räupchen zur Verpuppung, indem es sich an der Decke derselben unter einem dichten und festen Schleier einspinnt. Durch das Gespinst schiebt sich hier wohl die reife Puppe hervor, um die zarte Motte zu entlassen, dagegen durchbricht dieselbe die abgelöste Rindenoberhaut nicht, wodurch der Weg ins Freie erst gänzlich gebahnt wäre; wenigstens nach dem Verhalten bei unserem Zuchtmateriale zu schließen, das freilich vielleicht nicht vollkommen maßgeblich ist."

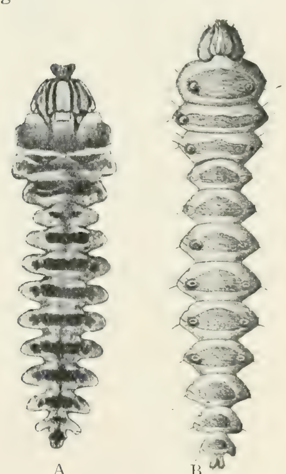


Abb. 138. A Räupchen von *Gracilaria simploniella* F. R. vor der letzten Häutung (dorsale Ansicht), B erwachsenes Räupchen (ventrale Ansicht). Nach Baer.

„Die Puppe besitzt dieselben hochausgebildeten Scheiden der Extremitäten wie die übrigen Gracilarien, und läßt sich kaum noch als „Mumienpuppe", sondern eher als „Freie Puppe" ansprechen. Die Flugzeit von *G. simploniella* ist in Holland das Ende des Juni und der Juli. Sie dürfte

dort wenigstens nur eine Generation im Jahre haben, entgegen den meisten Gracilarien, die zweimal im Jahre fliegen. Die Räupchen zeigten sich nach der Überwinterung im ersten Frühjahre kaum halbwüchsig."

Gracilaria simploniella wurde zuerst am Fuß des Simplon im Oberwallis aufgefunden. Später wurde sie namentlich in Belgien und Holland, sowie auch verschiedentlich in Mittel- und Süddeutschland, Südfrankreich und Ungarn beobachtet.

Daß die Eichenrindenminiermotte forstlich recht unangenehm werden kann, geht aus einem Bericht hervor, der dem Verfasser über ihr Auftreten im ungarischen Forstamt Sarvar zugegangen ist (Escherich 1925). „Die Beschädigung," heißt es da, „tritt im ganzen in mehreren 30 bis 40 km voneinander entfernten Waldungen des Forstamts auf, besonders stark auf einer Brandfläche, wo etwa 4jährige Eichen auf den Stock gesetzt wurden und üppiger Ausschlag sich gebildet hat. Sie ist besonders an Zerreichen, doch auch an Trauben- und Stieleichen, vereinzelt auch an Weißbuchen, meist unmittelbar über dem Boden, selten in 1—1,20 m Höhe wahrzunehmen". Die allenthalben zutage tretende Abschilferung der äußeren Rindenschichten ließ den Berichterstatter (Dr. Graßmann) zuerst auf Sonnenbrand schließen, doch brachte ihn der Umstand, daß die Erscheinung sich nicht auf die Sonnenseite beschränkte und außerdem Kot und Gespinste an den beschädigten Stellen gefunden wurden, bald zur rechten Erkenntnis, daß ein tierischer Schädling als Urheber der Beschädigung anzunehmen sei.



Abb. 139. Abschnitt von Eichenstangen mit Rindenminen von *Gracilaria simploniella* F. R. Unten deutlich die verschlungenen Minengänge, oben die großen Minenblasen oder deren Reste. Nach Baer.

Gattung Lithocolletis Zll.

Scheitel abstehend behaart, Palpen kurz, hängend. Nebenpalpen verkümmert. Im Vorderflügel r_1 fast ganz fehlend, von der Zelle gehen höchstens 3 Adern in den Außenrand (bei Gracilaria 4—5). Hinterflügel schmal lanzettlich, Geäder siehe Abb. 140.

Die Raupen 14füßig, mit verdicktem Brustring; leben in faltigen Flecken-

minen, Faltenminen (Ptychonomien)[1]) unter der Ober- oder Unterhaut von Blättern. Verpuppung meist im Gespinst in der Mine. Doppelte Generation die Regel.

Zahlreiche (in Europa 96) verschieden gefärbte Arten. Forstlich kaum von Bedeutung. Da ihre Minen aber, wo sie zahlreich auftreten, eine recht auffallende Erscheinung werden können, so seien hier einige der häufigsten Arten angeführt.

Die *Lithocolletis*-Arten sind winzige, 8—9 mm spannende Tierchen, deren Vorderflügel meist silberweiß oder goldgrundiert sind und mit prächtigen feinen Metallflecken gezeichnet sind.

L. quercifoliella Zll. An der Unterseite der Eichenblätter, in gefleckter Mine (Abb. 142).

L. alniella Zll. An *Alnus glutinosa* (Unterseite).

L. faginella Zll. An Buche. Larve macht auf der Unterseite eine längliche Mine zwischen zwei Nerven (Abb. 143).

Nach Lüstner (1925) trat *faginella* Zll. bei Wiesbaden so häufig auf, daß ihre Minen allenthalben auffielen. Befallen werden nur die Blätter des Unterholzes und der unteren Äste älterer Bäume. Bis zu 5 Minen in einem Blatt sind keine Seltenheit. Sie erstrecken sich meist von der Mittelrippe bis in die Mitte der Blatthälfte, gehen bisweilen aber auch bis zum Blattrand. Ihre Farbe ist zumeist grünlich, später bräunlich und zuletzt dunkelbraun oder auch weißlich. Der Kot des Räupchens liegt als schwarzes Häufchen in dem mittleren Teil der Mine. Die Verpuppung erfolgt in der Mine in einem weißlichen Gespinst. Die Puppe überwintert. Es treten zwei Generationen auf: Flugzeit April/Mai und August; Raupen-Fraß Juli und September/Oktober.

L. spinicolella Zll. Wohl identisch mit der von Ratzeburg (F. 252) angeführten *Tinea pruniella* L. Im Staudinger-Rebel-Katalog ist nur eine *pruniella* H. S. angeführt als Synonym mit *spinicolella* St.

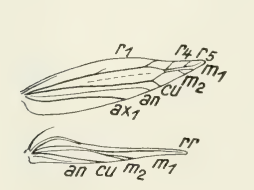


Abb. 140. Geäder von *Lithocolletis* Zll. Nach Spuler.

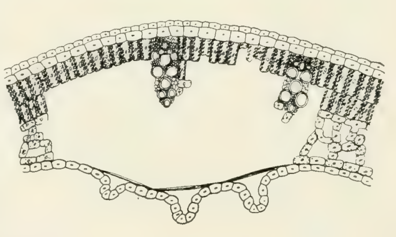


Abb. 141. Faltenmine einer *Lithocolletis*. Nach Hering.

Ratzeburg gibt an, daß die Raupe auf mehreren *Pyrus*- und *Prunus*-Arten lebt in den zusammengerollten und ausgesponnenen Ecken der Blätter. Heinemann gibt für *spinicolella* als Fraßpflanze *Prunus spinosa* und *domestica* an.

L. salictella Zll. Raupe an verschiedenen Weidenarten *(viminalis, petandra, alba* usw.).

---

[1]) Bei der Faltenmine (Ptychonom) wird die Aufwölbung der Minendecke (die bei der Blasenmine durch Gase bewirkt wird) von der Larve dadurch erzielt, daß „unter ihr Gespinstfäden gezogen werden, wobei einzelne Teile der Blatthaut ausgespart werden, die sich dann durch den an ihren Seiten angreifenden Zug der Gespinstfäden aufwölben. Indem diese Aussparung bei jedem Querfaden in der gleichen Längslinie erfolgt, entstehen Längsfalten in der Epidermis, die der Mine das charakteristische Gepräge geben" (Abb. 141). (Hering 1926, S. 10.)

L. lantanella Schrk. Raupe an *Viburnum* und *Lantana*.

L. platani Stgr. An *Platanus orientalis* (Unterseite der Blätter). In manchen Jahren so häufig, daß man an einem Blatt bis zu 10 Minen zählen kann (Cecconi).

L. millieriella Stgr. An den Blättern von *Celtis australis*.



Abb. 142. Eichenblatt mit *Lithocolletis*-Mine. Nach Trägårdh.

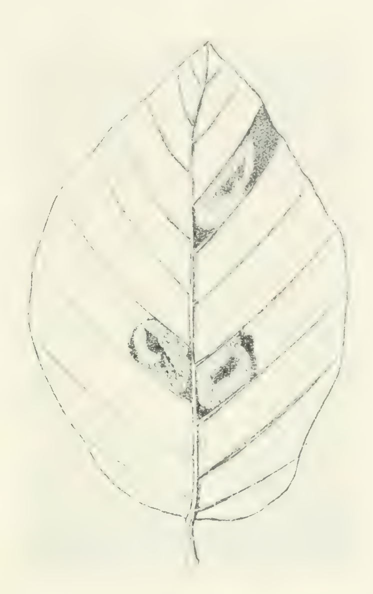


Abb. 143. Buchenblatt mit drei Faltenminen von *Lithocolletis faginella* Zll. Nach Lüstner.

7. Unterfamilie: *Coleophorinae.*

Sackträgermotten.

Eine geschlossene natürliche Gruppe, ausgezeichnet durch die Lebensweise der Raupen, die zuerst minieren und später in Säcken leben, die sie aus abgeschnittenen Blattstücken usw. (siehe *Coleophora*) verfertigen.

Gattung Coleophora Zll.

Kopf rundlich vortretend, anliegend beschuppt. Fühler mäßig lang, in der Ruhe vorgestreckt. Vorderflügel lang und schmal, VR nach r_1 zu einer scharfen Spitze abgebogen. r_1 weniger weit von r_2 entfernt als diese von r_3; von m stets ein Endast fehlend; cu_2 manchmal nur als Trachee vorhanden oder sehr schwach entwickelt oder auch ganz fehlend. Wurzelschlinge gut ausgebildet (Abb. 144). Hinterflügel schmal, lanzettlich, sehr lange gefranst, wohl selten alle Äste von m vorhanden, meist m_2 und m_3 verschmolzen; ax_1 und ax_2 verkümmert. — Die Raupen 16füßig, mit verkümmerten Bauchfüßen.

Die Raupen leben zuerst minierend in Blättern, Nadeln, Samenkapseln usw., später mit wenigen Ausnahmen in einem Sack, minierend entweder vom Sack aus oder auch (seltener) ihn zeitweise verlassend. Nur wenig Arten bilden keinen Sack. Die Verpuppung findet im Sack oder Samen statt.

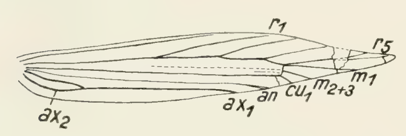


Abb. 144. Geäder von *Coleophora*. Nach Spuler.

„Die Säcke sind von sehr verschiedener Bildung. Oft haben nahestehende Arten auch ähnliche Säcke, bisweilen sind aber die Säcke der nächstverwandten Arten ganz abweichend gebaut, und zwar nicht allein infolge des verschiedenen von der Futterpflanze entnommenen Materials. Auch nach dem Alter sind die Säcke oft verschieden. Vorn haben sie meist eine gerandete rundliche Mundöffnung, aus welcher der vordere Teil der Raupe hervorkommt; das Afterende aus welchem der Schmetterling auskriecht, hat eine Öffnung, welche entweder aus einer einfachen vertikalen, durch zwei seitliche Klappen geschlossenen Spalte besteht oder dreispaltig und von drei gleichen Klappen geschlossen ist (Abb. 145), welche in einer pyramidenartigen Spitze in der Weise zusammentreten, daß die eine Klappe an der Bauchseite, die beiden anderen an den oberen Seiten sich befinden. Am Munde sind die Säcke entweder gerade oder mehr oder weniger schräg abgeschnitten, und dadurch ist auch ihre Richtung in Beziehung auf die Anhaftungsfläche eine verschiedene.

„Innen sind die Säcke mehr oder weniger mit Seide ausgesponnen, außen bestehen sie entweder aus trockenen Blattstücken, die aneinandergeheftet sind, oder aus einer gleichförmigen, härteren, oft pergamentartigen Masse, die gleichfalls das Produkt eines Gespinstes ist. Bei ersteren sind die Blatteile deutlich wahrzunehmen, oft in flügelartigen Ansätzen, oder sie sind so verarbeitet, daß sie eine homogene Masse bilden, deren Zusammensetzung nicht mehr zu erkennen ist. Die Sackröhre selbst ist gleichmäßig rund oder seitlich zusammengedrückt, besonders hinten, oft auf dem Rücken und am Bauche mit einer Längskante oder einem Kiel, glatt oder rauh, mitunter nadelrissig oder rundlich“ (Heinemann).

Über die verschiedenen Sackformen gibt Hering (1926, S. 77) folgende Übersichtstabelle:

1. Analende zweiklappig (Abb. 145 A b) 3
— Analende des Sackes dreiklappig (Abb. 145 A a) 2
2. Sack zylindrisch, gerade, pergamentartig . . . . Röhrensack
— Sack unregelmäßig, aus Fruchtkapseln bestehend . . . . Samensack
3. Sack aus Einzelstücken bestehend 5
— Sack eine homogene, pergamentartige Masse bildend 4
4. Sack stark zusammengedrückt, am Ende höchstens schwach abwärts gebogen (Abb. 145 B) . . . . Scheidensack
— Sack walzig-rund, sein Ende stark abwärts gebogen (Abb. 145 C) Pistolensack
5. Sack aus einzelnen Teilen der Länge nach zusammengesetzt (Abb. 145 D und E) . . . . Blattsack
— Die einzelnen Teile querliegend aneinandergereiht 6

6. Die Stücke, aus denen der Sack zusammengesetzt ist, stehen lappig ab und sind alle gleichmäßig breit (Abb. 145 F) . . . . . Lappensack
— Die einzelnen Stücke anliegend, die vorderen am Bauche nach hinten vortretend (Abb. 145 G) . . . . Puppensack

Das Leben der Coleophoren verläuft nach Reh (S. 284) im allgemeinen folgendermaßen:

„Die Falter fliegen von Mai bis Juli. Aus den einzeln an Blätter gelegten Eiern schlüpfen nach kurzer Zeit die Räupchen, die sich sofort ins Innere bohren und hier bis Ende des Sommers unscheinbar minieren. Dann verlassen sie die Blätter, fressen wohl noch etwas außen an ihnen herum und verfertigen den ersten Sack. Mit seiner Mündung spinnen sie sich in möglichster Nähe der Knospen fest und überwintern. Sie sind jetzt noch ganz klein und unscheinbar, etwa Kümmelkörnern ähnlich. Im nächsten Frühjahr

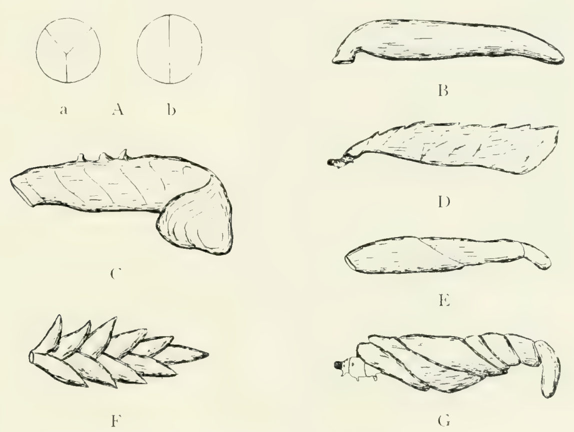


Abb. 145. Verschiedene Säcke von *Coleophora*-Raupen. A Schema des Analendes (a dreiklappig, b zweiklappig), B Scheidensack, C Pistolensack, D und E Blattsäcke, F Lappensack, G Puppensack. Nach Hering.

begeben sie sich an die sich lockernden Knospen und bohren sich an deren weichster Stelle senkrecht in sie ein, aber immer so, daß ihr Hinterende noch im Sack bleibt. Da sie hierbei fast alle Knospenblätter durchbohren und, soweit erreichbar, zerfressen, töten sie die Knospen häufig ab. Sind die Blätter entfaltet, so setzen sie sich auf deren Unterseite fest und minieren sie aus, soweit sie ohne Verlassen des Sackes und ohne stärkere Nerven zu verletzen gelangen können. Dann verlassen sie diese Stelle, um an einer anderen dasselbe zu beginnen. Mit ihrem Wachstum nehmen natürlich auch die Minen an Größe zu. An dem vollständigen Ausweiden des Parenchyms zwischen Ober- und Unterhaut und an dem in letzterem befindlichen kreisrunden Loche[1]) mit aufgewulstetem Rande sind die völ-

[1]) An dem kreisrunden Loch sind die *Coleophora*-Minen ohne weiteres zu erkennen, da sonst die Öffnung in den Minen nie vollständig kreisrund ist, sondern meist länglich oder halbbogenförmig.

lig kotfreien, zuerst nur weißen, später braunen Coleophoren Minen sicher zu erkennen[1]). Im Mai bis Juni sind sie erwachsen und spinnen sich wieder mit der Mundöffnung zur Verpuppung an Zweigen fest. Dann drehen sie sich im Sacke herum, so daß der Falter aus dessen Hinterende leicht ins Freie gelangen kann.



Abb. 146. Fraß einer *Coleophora*-Raupe an der Unterseite eines Ulmenblattes. Nach Reh.

„Der Herbstfraß ist ohne Belang. Im Frühjahre kann der Fraß in Knospen und Früchten und an den Stielen recht merkbare Schäden bewirken. Bei stärkerem Auftreten kann ersterer zu völligem Kahlfraße durch Abtöten aller Frühjahrsknospen führen. Bei sehr starkem Auftreten können aber auch die Blätter derart ausgefressen werden, daß sie verwelken und abfallen, so daß im Juni die Bäume völlig kahl dastehen."

Die Gattung *Coleophora* enthält zahlreiche Arten (Spuler führt für Europa 239 Arten an!), die einander oft äußerst ähnlich und ohne Kenntnis der Säcke und der Nahrungspflanze oft schwer sicher zu unterscheiden sind.

Forstlich interessieren nur einige wenige Arten, darunter wieder nur eine, die als arger Schädling auftritt; es ist dies

Coleophora laricella Hb.

Lärchenminiermotte.

Taf. I, Fig. 16.

Ratzeburg: *Tinea (Ornyx) laricinella* Bechst. — Altum: *Coleophora laricella* H. — Nitsche: *Tinea (Coleophora) laricella* Hbn. — Wolff-Krauße: *Coleophora laricella* Hb.

Die kleine, kaum 10 mm spannende Motte ist eine treue Begleiterin der Lärche; überall, wo Lärchen vorkommen, ist auch sie, bald spärlicher, bald

[1]) Die *Coleophora*-Mine ist eine „Platzmine" (Stigmatonom); bei ihr behalten die beiden Epidermen dieselbe Entfernung voneinander, die sie im unangegriffenen Blatt haben.

in Mengen auftretend. Sie gehört daher zu dem Kreis der forstlich allbekannten Schädlinge[1]).

Falter: Vorderflügel bräunlich grau, schwach glänzend, ziemlich breit, Fransen ohne Glanz. Hinterflügel dunkler grau, ihre lanzettliche Zuspitzung beginnt von der Mitte. Kopf, Rücken und Halsschild bräunlich grau, ebenso die einfarbigen Fühler des ♂; Fühler des ♀ hell und dunkel geringelt. Wurzelglied der Fühler doppelt so lang als breit, erstes Glied der Geißel schwach verdickt. Unterseite einfarbig, hell bräunlich grau. ♀ gewöhnlich etwas kleiner als das ♂, mit kaum vorragender Legeröhre. Flügelspannung 9 mm (Abb. 147).

Raupe dunkel rotbraun mit dunklem Kopfe, geteiltem großem Nackenschilde auf Ring 1, kleinerem auf Ring 2, und großer Afterklappe. Kopf, Brustfüße und die vier vorderen Afterfußpaare sehr klein, letztes Afterfußpaar, die Nachschieber, sehr groß mit schwarzem Hakenhalbkranze, zur Fixierung im Sacke dienend. Länge 5 mm.

Puppe schmal, braunschwarz, im Sacke liegend.

Ei halbkugelförmig mit einem kleinen Wärzchen in der Mitte, von dem 12 flache Furchen strahlig abgehen, so daß die Gestalt eines gerippten Napfkuchens entsteht.



Abb. 147. Die Lärchenminiermotte, *Coleophora laricella* Hb. 2 ×.

Die kleine Motte, die durch ganz Mitteleuropa von Finnland bis auf den Südabhang der Alpen und in letzteren bis zu 1600 m Meereshöhe vorkommt (Frey 1880, Fankhauser 1908), fliegt im Mai bis Anfang Juni[2]), im Gebirge erst im Juni, und zwar bei Tage. Die Eiablage findet an den Nadeln statt. Nach 6—8 Tagen verfärbt sich das Ei schon in Grau, und bald darauf kriecht das Räupchen aus, um sich an der Stelle des Eies in die Nadel einzubohren. Es fängt hier gleich an zu minieren, schreitet aber anfänglich so langsam vor, daß erst nach mehreren Wochen die heller gefärbte Mine mit dem durchschimmernden Räupchen die ganze Nadelbreite einnimmt. Die Eischale schrumpft etwas ein, und auf der ihr entgegengesetzten Nadelseite kommt ein hellgrüner, in Weiß verlaufender Fleck zum Vorschein, in dessen Mitte ein bräunlicher Punkt die Stelle des minierenden Räupchens bezeichnet. Erst gegen Mitte September, wenn die Nadeln sich schon zum Abfallen vorbereiten, erscheinen sie auf 4—7 mm Länge vollständig ausgehöhlt und hier weißlich (Nitsche).

Nun schreitet das Räupchen zur Anfertigung des Sackes. Es streckt sich in dem ausgehöhlten Teile der Nadel lang aus und, den Kopf nach unten gerichtet, schneidet es hier die Nadel, welche auch an der Spitze eine Öffnung zum Ausstoßen des Kotes erhält, ringsum ab; es wandert von jetzt an, aus der Schnittöffnung mit Kopf und Brustringen hervorkommend, frei umher. Die Räupchen begeben sich unter dem Schutze des Sackes, der braun

---

[1]) *C. laricella* wurde schon sehr frühzeitig in die Forstentomologie eingeführt durch Blum und Bechstein (1816). Größere Beachtung wurde ihr aber erst dann geschenkt, als Anfang der 50er Jahre die „Lärchenkrankheit" sich bemerkbar machte und man die Miniermotte in Zusammenhang mit dieser brachte, ja sie sogar direkt als die Ursache der Lärchenkrankheit ansah (Borggreve). Wir wissen heute, daß die „Lärchenkrankheit" durch einen Pilz *(Peziza willkommii)* hervorgerufen wird, dessen Eindringen in die Pflanze durch den Fraß eines anderen Kleinschmetterlings, eines Wicklers *(Grapholita zebeana* Rtzb.) gefördert wird.

[2]) Rhumbler, F. (S. 379) beobachtete 1919 in Holzminden i. W. noch am 4. Juni und 1925 in Münden noch am 5.—8. Juni starkes Schwärmen.

geworden ist und die Größe und Form eines kleinen Gerstenkornes hat, zu den Überwinterungsplätzen, zu den mit Flechten bewachsenen Ästen oder zum Stamm (Reißig 1869), aber vor allem zu den Knospen der Kurztriebe, wo sie sich mit dem Kopfende des Sackes festspinnen (Abb. 148) und oft dichtgedrängt sitzen (Marti 1880, Loos 1891).

Im Frühjahre regen sich die Raupen wieder und wandern auf die Weide. Wenn im April die Nadeln nur eben mit ihren Spitzen aus den Knospen hervorgucken, sieht man schon die kleinen grauen Säckchen, die man eher für angewehte Streu als für Raupenwohnungen halten würde, an ihnen sitzen. Reißt man sie los, so bemerkt man das Loch, welches das Räupchen in die Nadel gefressen hat, oder das Tierchen ist auch wohl schon teilweise in die minierte, halb weiße Nadel hineingekrochen und muß mit Gewalt heraus-

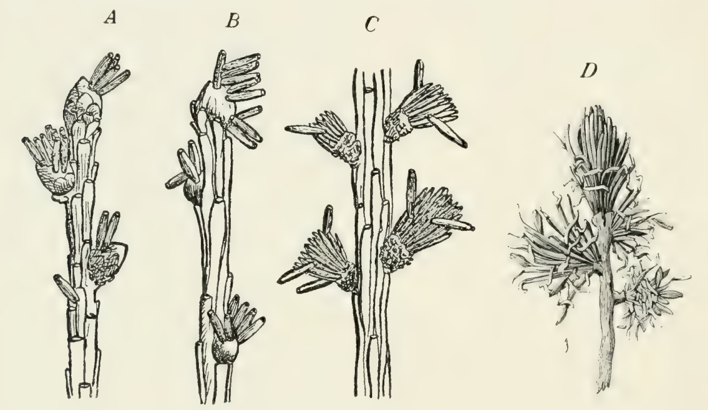


Abb. 148. *Coleophora laricella* Hbn. A und B im Sack gehäuft an den Endtrieben überwinternde Raupen nach im Februar im Tharandter Forstgarten gesammelten Exemplaren. $^2/_1$ der natürlichen Größe. C an den ausbrechenden jungen Nadeln im Frühjahr fressende Räupchen in ihren Säcken. $^2/_1$ der natürlichen Größe. D im späteren Frühjahr die bereits entwickelten Nadeln minierende Räupchen. Ein Exemplar spinnt sich ab. $^1/_1$ der natürlichen Größe. A—C nach Nitsche, D nach Ratzeburg.

gezogen werden. Die Raupen wandern nach Bedürfnis von Nadel zu Nadel, so daß eine einzige eine ziemliche Anzahl Nadeln beschädigt. Auch fressen sie die männlichen und weiblichen Blüten an (Loos 1892, S. 423), dagegen werden die langen, einzelstehenden Triebnadeln verschont. „Um die Mitte April hat die Larve an Größe so zugenommen, daß ein größerer Sack notwendig wird. Diesem Bedürfnis wird dann auf interessante Weise abgeholfen. Die Larve verbindet das vordere Ende des alten Säckchens an dem Eingangsloch einer eben erst rein ausgehöhlten Nadel mit dieser, wobei das erstere auf den oberen Teil der letzteren zu liegen kommt. Darauf schneidet sie von ihrem alten Kleide aus die neue Nadel rundum ab und hat nun zu diesem ein gleich großes, neues Haus gewonnen. Beide sind wie zwei Finger eines Handschuhes miteinander verbunden, und es bleibt nur übrig, sie der Länge nach aufzuschneiden und seitlich miteinander zu verbinden, um sie

zu einem Sack von doppeltem Umfange zu vereinigen, ein Geschäft, welches die Larve mit großer Geschicklichkeit nach und nach bewerkstelligt. Diese mühsame Arbeit nimmt mehrere Tage in Anspruch. Während derselben sieht man die Larven mit zwei teilweise vereinigten Säcken das Miniergeschäft nebenbei verrichten, und man glaubt bei oberflächlichem Anblick, jedesmal zwei Larven an einer Nadel vor sich zu haben" (Reißig). Sind zu der Zeit, wo die Erweiterung des Sackes notwendig wird, die Lärchennadeln noch sehr klein, so erfolgt die Ergänzung ganz oder teilweise durch Gespinst (Loos 1892). Wenn in der Nähe Nahrungsmangel eintritt, so lassen sich die Räupchen mitunter an Spinnfäden auf tiefere, noch unbefressene Zweige herab, merkwürdigerweise mitunter mehrere an einem Faden (Loos 1892). Dabei werden sie öfters vom Winde verweht (Nitsche).

Gegen Ende April, bei späten Frühjahren und in hohen Lagen erst im Mai, ist die Larve völlig erwachsen und sie verpuppt sich im Innern des an eine Nadel befestigten Sackes. Beim Auskriechen des Falters, welches Mitte Mai, nach Witterung und Klima früher oder später erfolgt, schiebt sich die Puppenhülse ein wenig aus dem Säckchen hervor. Die Generation ist also einjährig und läßt sich durchschnittlich für unsere Gegenden folgendermaßen darstellen:

$$\frac{\quad -\ 6{,}4^{a}}{4^{p} + 56\quad}$$

Als Fraßbaum kommt vor allem die gemeine Lärche in Betracht, doch werden auch die ausländischen Lärchenarten befallen, was bei der nahen Verwandtschaft derselben nicht Wunder nehmen kann. Allerdings sollen nach verschiedenen Autoren einige der Ausländer, wie die japanische Lärche *(Larix leptolepis* Sieb.) und noch mehr die sibirische Lärche *(Larix sibirica* Led.) mehr oder weniger verschont werden. Doch wurde nach Rhumbler (F. 380) 1925 die japanische Lärche im Mündener Revier Gahrenberg sogar stärker befallen als die gemeine Lärche[1]).

Der Fraß findet am stärksten in den äußeren Zweigen und an der Krone statt, die weiter nach innen zu gelegenen Nadelbüschel werden verschont. Am einzelnen Baum verbreitet sich der Fraß von dem Wipfel nach abwärts, besonders durch das Abspinnen der Raupen (Coaz 1880 und Loos 1892). Sie geht an alle Altersklassen von etwa 3 jährigen Pflanzen (Rittmeyer 1889) an bis zum Altholz, doch sollen jüngere (Stangenholz) bevorzugt werden. Es soll keinen Unterschied ausmachen, ob die Lärche in reinen oder gemischten Beständen steht.

Sonnige, dürre, flachgründige Lagen und Hänge werden besonders von dem Falter aufgesucht. Die Bestandsränder (in der Schweiz nach Coaz [1880] die untersten Waldränder) werden bevorzugt. Auch nach Fankhauser (1908) wird im Gebirge die Motte in den tieferen Lagen verderblicher als in den höheren, vermutlich weil dort die Nadelbüschel sich schon frühzeitig, aber langsam entwickeln, und deshalb das Räupchen Zeit findet, eine größere Anzahl von Nadeln zu zerstören als im Hochgebirge, wo deren

[1]) Boden (1902) meint, daß die japanische Lärche nur solange immun sei, als „nicht die langen Jungnadeln in ihren Dimensionen denen unserer Lärche durch Kümmerstadium etwa gleichkommen". In Wilhelmshöhe seien einige ältere *L. leptolepis* furchtbar von der Motte heimgesucht worden. Besonders da, wo die japanische Lärche mit deutschen Lärchen gemischt waren, seien jene von der Motte gern befallen worden, auch wenn sie sich noch nicht in einem Kümmerstadium befunden hätten.

Ausbildung ungemein rasch vor sich geht. Nach Boden (1902) werden vor allem kümmernde, kränkliche (Krebs!) Lärchen befallen, während gesunde, kräftige Pflanzen viel weniger unter der Motte zu leiden haben. Oft kann man beobachten, daß von zwei benachbarten auf dem gleichen Boden stockenden Lärchen die eine überaus stark befressen, die andere völlig verschont ist. Worauf diese Verschiedenheiten beruhen, ist uns nicht bekannt.

C. laricella ist entschieden zu den sehr schädlichen Forstinsekten zu stellen, zumal sie überaus aufdringlich und hartnäckig ist und Jahr für Jahr wiederkehrt, allerdings in verschiedener Stärke. Die Folgen des Fraßes, und zwar besonders die des Frühlingsfraßes, der stets schädlicher ist als der Herbstfraß, bestehen vor allem in Zuwachsverlust. Der Frühlingsfraß geht häufig so allmählich in den Herbstfraß über, daß eine volle Wiederbegrünung nicht stattfinden kann und die befallenen Pflanzen sich nur durch die Langtriebe, deren Nadeln im Frühjahr immer verschont bleiben, sich mehr oder weniger grün erhalten.

Als unmittelbare Folge des Frühlingsfraßes beobachtete Marti (1880) Saftausfluß aus den unteren Stammteilen. Bei länger andauernden Angriffen erfolgt eine Schwächung des ganzen Baumes, die sich in Verspätung der Nadelbildung im Frühjahr und geringerer Ausbildung der Langtriebe, in einer gesteigerten Disposition für andere Feinde ausspricht, und schließlich so weit gehen kann, daß die Pflanzen eingehen. Mußten doch in Schluckenau (Nordböhmen) im Frühjahr 1892 über 12000 Stück junge, in Fichtenkulturen eingesprengte Lärchen ausgehauen werden (Loos 1892).

Die Miniermotte stellt sich zwar wohl überall, wo die Lärche vorkommt, ein, doch ist ihr Auftreten an den einen Orten weniger stark und ohne wirtschaftliche Bedeutung, an den anderen Orten dagegen sehr stark und schädlich. Auch an den letzteren bevorzugten Orten wechselt der Grad der Vermehrung sehr wesentlich je nach den Jahren; periodenweise folgen An- und Abschwellen, je nach den Witterungsverhältnissen und dem Stande der verschiedenen Feinde. Durch feuchtes, regnerisches Wetter, namentlich starke Platzregen zur Flugzeit werden die Motten massenhaft vernichtet; auch rasche Temperaturwechsel sowie Spätfröste sollen den Raupen schädlich sein, während kaltes Winterwetter ihnen wenig macht. Unter den Vögeln stellen nach Loos (1892) und Zimmermann (1909) vor allem die Meisen, der Buchfink und der Fitislaubvogel (*Phyllopneuste trochilus* L.) den Larven nach; sodann Goldhähnchen, Kleiber, Grasmücken, Goldammer u. a. m. Außerdem sind eine ganze Anzahl Parasiten aus *laricella* gezogen, wie: *Angitia nana* Grav., *A. virginalis* Grav., *Bracon guttiger* Wesm., *Cirrospilus arcuatus* Nees, *C. pictus* Nees, *Entedon lactus* Rtzb., *E. laricinellae* Rtzb., *Hemiteles pulchellus* Grav., *Microdus pumilus* Rtzb., *Omorgus tumidulus* Grav., *Pimpla examinator* F., *P. turionellae* L., *Pteromalus laricinellae* Rtzb.

Eine durchgreifende Bekämpfung ist sehr schwierig. Eine Vorbeugung durch waldbauliche Maßnahmen, wie durch Mischung der Holzarten, kommt kaum in Frage, da ja *laricella* die Lärchen in gemischten Beständen ebenso befällt wie die reinen. Auch die technische Bekämpfung hat bisher noch keine durchschlagenden Erfolge gezeitigt. Loos (1892) hat versucht, durch Abschütteln von den Zweigen der Vermehrung des Schädlings entgegenzutreten; er hatte insofern Erfolg, als er auf diese Weise mit ganz geringen Mitteln annähernd 1 Million Räupchen vernichten konnte; doch

blieb immer noch eine so große Zahl oben auf den Bäumen, daß der Fraß sich fortsetzte. Auch Spritzen mit Nikotin-Seifenbrühe oder Schwefelkalkbrühe (bzw. Solbar) knapp vor dem Austreiben der Knospen wird empfohlen.

Coleophora fuscedinella Zll.

Altum: *Tinea (Coleophora) coracipennella* Hb. („Rabenfederchen").
Taf. I, Fig. 17.

Altum hat diese Motte als Erlenschädling in die Forstentomologie eingeführt, und zwar irrtümlicherweise unter dem Namen *coracipennella* Hb. (= *nigricella* Steph.), obwohl sie ihm von dem bekannten Spezialisten Hering als *fuscedinella* Zll. bestimmt worden war. Die Beschreibung, die Altum von der Motte gibt, stimmt denn auch vollständig mit *fuscedinella* überein. (Vgl. auch Nitsche, S. 125.)



Abb. 149. *Coleophora fuscedinella* Zll. $2^1/_2$ ×.

Falter: Fühler weißlich, mit gegen die Spitze verloschenen dunklen Ringen. Wurzelglied stark und kurz, $^1/_3$ länger als breit. Vorderflügel dunkel braungrau, etwas ins Gelbbraune ziehend, besonders beim ♂, das hierdurch einen bleich messingfarbenen Metallglanz erhält. Fransen gleichfarbig. Hinterflügel dunkelgrau. Flügelspanne: ♂ 10 mm, ♀ 12–13 mm.

Raupe (Abb. 151 u. 152) mit braunem bis gelbbraunem Röhrensack, dreiklappig, auf dem Rücken gekielt, Jugendsack gekrümmt, späterer Sack 7—8 mm lang, bräunlich, runzelig, dorsal gekielt, Afterende dreiklappig.

Puppe (Abb. 150) schwarz, die Decke der Gliedmaßen bauchwärts etwas abstehend und bis nahe an das stumpfe Puppenende reichend. Länge 5 mm.

Außer Altum haben sich neuerdings Kemner und Keller (1917) eingehender mit dieser Motte, die in der Schweiz ebenfalls an Erle und in Schweden an Birken schädlich auftrat, beschäftigt.



Abb. 150. Puppe von *Coleophora fuscedinella* Zll. Nach Kemner.



Abb. 151. Überwinterungssack von *Coleophora fuscedinella* Zll. Nach Kemner.



Abb. 152. Sack der ausgewachsenen Raupe von *Coleophora fuscedinella* Zll. Nach Kemner.

Die kleine Motte führt während der kurzen Schwärmzeit (in Schweden Ende Juni, anfangs Juli) im Laub eine verborgene Lebensweise. Die Eier werden an die Zweigspitzen, an die Knospen oder kleinen Blättchen abgelegt. Sie sind weiß mit charakteristischem Mikropylenfeld und sitzen isoliert oder zu 2—3 zusammen; nach 14 Tagen kriecht die junge Larve aus und beginnt ihre Wanderung auf den Blättern. Zunächst miniert sie frei in den Blättern und geht erst nach der ersten Häutung an die Verfertigung ihres ersten Sackes. Dieser ist anfangs sehr klein, muschelförmig und wird mit dem Wachstum der Larve durch Anspinnen von Blätterteilen an der Mündung und der Bauchnaht vergrößert und wird zuletzt hornförmig (Abb. 151).

Nach der Überwinterung wird ein neuer Sack verfertigt in der Weise, daß die Larve eine Mine aus dem Blatt nagt (Abb. 154a u. b), die Ränder derselben zusammenspinnt und sie schließlich ganz aus dem Blatt herausnagt. Je nach dem Ort des Verfertigens im glatten oder gezähnten Rand des Blattes oder in der Fläche desselben fällt der Sack verschieden aus, mit glatten Rändern oder mit einem verschieden gestaltigen Kamm versehen (Abb. 152).

Der Fraß der alten Raupe geschieht nach Art der Halbminierer: durch ein rundes Loch, meist an der Unterseite des Blattes, frißt die Raupe ringsherum nach allen Seiten, so weit sie reichen kann, ohne den Sack zu verlassen, und wenn sie die eine Stelle ausgefressen hat, so geht sie an eine andere Stelle. So können die Blätter zuletzt durch zahlreiche Minen (Keller zählte bis 60 Stück in einem Blatt) ganz zerstört werden, so daß die Blätter wie versengt oder vertrocknet erscheinen und abfallen (Abb. 154c).

Ende Juni ist die Raupe erwachsen und verpuppt sich dann im Sack, den sie entweder an den Blättern oder an Zweigen oder am Stamm befestigt (Abb. 153), macht dann eine Wendung in dem Sack und geht in das Puppenstadium mit dem Kopf nach der Sackspitze gerichtet über. Anfangs Juli schwärmen die Motten aus. Kemner nimmt für Schweden eine einfache Generation an, desgleichen Keller für die Schweiz, während nach Altum in Deutschland eine doppelte Generation vorkommen soll.



Abb. 153. Verpuppungssäcke von *Coleophora fuscedinella* Zll. Nach Kemner.

Der Fraß, auf den sich Altums Mitteilungen beziehen, wurde 1893 und 1894 in den Erlenbrüchen bei Stralsund beobachtet und anfangs für Frostschaden angesehen (die Ähnlichkeit des ersten Fraßes mit Frostschaden betont auch Kemner). Er erstreckte sich auf nicht weniger als 350 ha. Zunächst wurde die Wipfeldürre in 20- bis 30jährigen Brüchen bemerkbar, bald aber fand sich, daß auch 2—4jährige Brüche befallen waren und die 5—8jährigen Stockausschläge am meisten litten, von denen im Mai etwa $^3/_5$ ohne Blätter waren.



a b c

Abb. 154. Fraß von *Coleophora fuscedinella* Zll. a Die *Coleophora*-Larven beim Ausschneiden ihrer Larvensäcke. Links hat die Larve ihren alten Sack am Blattstiel placiert und schneidet sich einen neuen aus dem ungezähnten Blattrand aus. Rechts schneidet eine Larve ihren Sack aus der Blattscheibe aus. b Eine *Coleophora*-Larve schneidet ihren Sack aus dem tief gezähnten Blattrande eines Birkenblattes aus. — c Ein von den Minen der *Coleophora*-Larven zerstörtes Birkenblatt. An der Basis des Blattes sind beiderseits Säcke ausgeschnitten, und am Blattstiel sitzen noch die beiden verlassenen Wintersäcke der Larven. Nach Kemner.



Abb. 155. Von *Coleophora binderella* Koll. zerfressener Erlenzweig. Nach Reh.

Keller (1917) beobachtete einen recht auffallenden Fraß an der Gotthardbahn zwischen Faido und Airolo, an Grauerle *(Alnus incana)*. In den Jahren 1903 und 1904 konnte man dort von der Eisenbahn aus zahlreiche inselartig zerstreute Fraßherde bemerken; am stärksten waren die Erlenbestände bei Rodi und Piatta befressen, die Kronen der Bäume waren wie versengt. Die Erscheinung trat schon Ende Mai auf, und die meisten Fraßherde hatten eine Ausdehnung von 2—3 Hektaren.

In Schweden ist *fuscedinella* hauptsächlich als Birkenschädling aufgetreten, vor allem in den Jahren 1915 bis 1917. In dieser Periode wurde besonders in Südschweden über starke Gradationen berichtet, doch auch hoch im Norden bei Lulea trat die Motte schädlich auf. Es wurden stellenweise 50 bis 90% der Birken als völlig kahlgefressen gemeldet.

Unsere Motte scheint nur von Zeit zu Zeit zu einer stärkeren Übervermehrung zu gelangen, die nach 2—3 Jahren von selbst wieder erlischt. In der Schweiz werden die höheren Lagen (800—1100 m) bevorzugt; außerdem erwähnten Fraß bei Airolo fand Keller größere Fraßherde auch im Norden der Alpen, auf den Kämmen des Albis bei Zürich (an *Alnus viridis)*.

„Die forstlichen Schäden, welche der Massenfraß im Gefolge hat, bestehen in der Hauptsache wohl nur in Zuwachsverlusten. Diese dürften erheblich genug sein, da der Fraß schon während des Mai sehr ausgiebig und den größten Teil des Juni noch in Zunahme begriffen ist, so daß die assimilatorische Fläche während der günstigen Wachstumsperiode außerordentlich stark verringert wird." „Wenn das Bild der Zerstörung auch beängstigend erscheint, so kann sich der Praktiker insofern beruhigen, als vom Juli an der Fraß sistiert und im August ein allgemeines Wiedergrünen der Erlen eintreten dürfte" (Keller). In Schweden allerdings haben sich die befressenen Birken zum Teil nicht wieder begrünt, so daß viele von ihnen eingegangen sind (Kemner).

Zur Bekämpfung dürfte das von Altum empfohlene Abschneiden und Vernichten der befallenen Zweige wenig Wert haben, ja vielleicht mehr Schaden machen als die Motten. Bezüglich der chemischen Bekämpfung sei auf das bei *laricella* Gesagte (S. 192) verwiesen.

Col. fuscedinella scheint übrigens stark polyphag zu sein; außer Erle und Birke werden als Fraßpflanzen noch angegeben: Hainbuche, Ulme, Weißdorn, Hasel, Eiche, Obstbäume und andere.

Stärkeren Fraß (bis zu Kahlfraß) an Erlen kann auch *Coleophora binderella* Koll. machen, wovon Reh (284 und 285) instruktive Abbildungen gibt (Abb. 155) und 156).

Die Art steht der *fuscedinella* sehr nahe. Vorderflügel heller oder dunkler lehmgrau, grobschuppig, glanzlos, Fransen um die Spitze lichter, Hinterflügel gelbgrau, Fühler weiß und braungeringelt, gegen die Spitze verlöschend, Wurzelglied verdickt. Puppensack braun, kurz und dick, zusammengedrückt, mit scharfer Bauch- und Rückenkante. Raupe lebt an Birke und Hasel.



Abb. 156. Von *Coleophora binderella* Koll. völlig kahlgefressene Erlen. Nach Reh.

Coleophora lutipennella Zll.

Eichenknospenmotte.

Taf. I, Fig. 18.

Falter: Die Fühler weiß und dunkel geringelt, mit kurzem, dickem Wurzelglied, das Endglied der Palpen lang, Vorderflügel grobstaubig, lehmig ockergelb, oft am Vorderrande lichter, die Fransen gelblich hellgrau, die Hinterflügel grau. Spannweite 15 mm (Abb. 157).

Raupe schwarzköpfig mit grauem, unbehaartem Leibe. Sack kurz, ockergelb bis braun. Länge 10 mm.

Der einzige bekannte Fall einer Schädigung durch die Raupe dieser von England bis Dalmatien bekannten Motte ist durch R. Hartig bekannt geworden (1870)[1]. In den Jahren 1865, 1867 und 1869 blieben in der Ober-

[1] Die Bestimmung der Motte erfolgte durch v. Heinemann, der übrigens unentschieden ließ, ob es sich nicht doch vielleicht um *Coleophora milvipennis* Zll. handle, einer äußerst nahe verwandten Art, als deren Fraßpflanze aber gewöhnlich die Birke angegeben wird, an der übrigens auch *lutipennella* Zll. frißt.

försterei Sonderburg die 40- bis 60- und 100 jährigen Eichenbestände in einer Ausdehnung von ungefähr 75 ha, sowie die in den Buchenbeständen eingesprengten Eichen blattlos, da die Räupchen dieser Motte die Knospen angefressen hatten. In jeder Knospe war nur eine Raupe, die sich zwischen den Schuppen und Blättern eingezwängt und so ohne äußere Beschädigung den Knospenkegel und auch die jungen Blättchen angefressen hatte. Späterhin verließen die Raupen die Knospen, spannen sich einen Sack und wanderten mit ihm an den Zweigen umher. Die Puppenruhe dauerte einen Monat, die Falter erschienen im Juli. Ob die Räupchen bereits im Spätsommer auskommen und in den Knospen überwintern, oder ob die Eier an den Knospen bis zum Frühjahr liegen, ist nicht festgestellt. Zur Mittsommerzeit erfolgte die Wiederbegrünung, wie Hartig fand, durch Entwicklung der den untersten Deckschuppen angehörenden Blattachselknospen, also aus dem erhalten gebliebenen Teile der befressenen Knospen. Folgen des Fraßes sind Vernichtung der Mast und Zuwachsverlust. An eine Abwehr des Schadens ist kaum zu denken.



Abb. 157. Die Eichenknospenmotte, *Coleophora lutipennella* Zll. $2^1/_2 \times$.

8. Unterfamilie: *Momphinae*.

Fransenmotten.

Kopf angedrückt beschuppt. Palpen sehr lang, aufgebogen, divergierend. Hinterflügel schmal zugespitzt, mit Fransen, die mindestens ebensolang sind wie der Flügel breit ist. In Mitteleuropa 18 Gattungen, von denen hier nur zwei genannt seien:

Gattung Eustaintonia Spul.

Spuler hat diese Gattung von *Batrachedra* getrennt auf Grund der Flügelform und des Geäders (Abb. 158). Vorderflügel mit Andeutung des Innenwinkels (bei *Batrachedra* ohne Spur eines Innenwinkels) und eines geschwungenen Saums. Adern r_1 und r_2 stark konvergierend, $r_{4,5}$ ungegabelt, nicht mit m_1 verbunden (bei *Batrachedra* $r_{4,5}$ bis $^1/_2$ mit m_1 verschmolzen), die Adern m_1 bis m_3 einander stark genähert. Hinterflügel sehr schmal und spitz, m_1 mit m_2 verbunden, m_3 wohl an cu_1 angeschlossen, cu_2 sehr kurz. Die Raupe der einzigen Art (*pinicolella* Dup.) miniert in Fichtennadeln.

Eustaintonia pinicolella Dup.

Taf. I, Fig. 19.

Falter: Vorderflügel bleichockergelb, mit schwarzen Punkten in der Falte und vor der Spitze. Spannweite 13—14 mm.

Raupe gelblich braun, Kopf und Nackenschild schwarzbraun. (Von dem ebenfalls in Fichtennadeln minierenden Räupchen von *Gelechia electella* Zll., der die *pinicolella*-Raupe sonst recht ähnlich ist, unterscheidet sie sich durch das Fehlen der unter der Afterklappe gelegenen Afterborsten [s. Abb. 174, S. 207]).

Die Puppe (Abb. 159 A) ist lang und schmal, besitzt sehr lange Vorderflügel-Scheiden, die erst auf dem 6. Abdominalsegment enden. Die Hinterflügel-Scheiden erreichen kaum das 2. Abdominalsegment. Abdominalringe auf der Ventralseite konkav; der ventrale Teil von dem dorsalen durch die laterale Kante scharf abgesetzt. An der Spitze eine größere Anzahl sehr schwacher Hakenborsten (Baer).

Die einzigen genaueren Angaben über die Bionomie dieses Nadelminierers verdanken wir Baer (1906 und 1910)). Die Lebensweise von

pinicolella stimmt ziemlich genau mit der von *Semasia nanana* Tr. (S. 309) und *Gelechia electella* Zll. (S. 207) überein. Die Raupe miniert in Fichtennadeln, in die sie sich am Grunde einbohrt. Vordem fertigt sie hier ein Gespinst, in dem sich der feine Kot in zierlichen Häufchen oder den Zweig entlang laufenden Ketten ansammelt, und das auch die bald austrocknenden Nadeln in ihrer Stellung erhält. Zur Verpuppung spinnt sie am Zweig in der Nähe der Fraßstelle ein besonders festes, längeres, beiderseits geschlossenes Rohr und verwebt dasselbe mit feinen, abgenagten Rindenteilchen, so daß es nur schwer zu bemerken ist, zumal es auch von Kot bedeckt ist.

Pinicolella kommt gewöhnlich in Gesellschaft der anderen Fichtennadelminierer (*Gr. tedella* Cl., *Sem. nanana* Tr., *Gel. electella* Zll.) vor und wird in forstlichen Kreisen wohl häufig mit diesen verwechselt. So erklärt es sich vielleicht, daß dieser Motte, außer durch Baer, in der forstentomologischen Literatur kaum Erwähnung getan wird. Denn ihr Auftreten ist durchaus nicht so selten und unauffallend. Baer (1910) berichtet von einem stärkeren, über 1 ha sich erstreckenden Befall einer Fichtenkultur bei Tharandt mit ziemlich auffallendem Fraßbild, und Borries (1895) wundert sich, daß die Art trotz ihres mitunter recht häufigen und schädlichen Vorkommens nirgends unter die Forstschädlinge aufgenommen zu finden war.

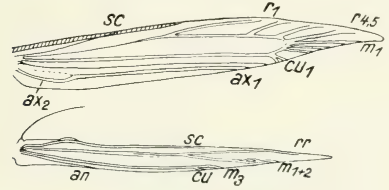


Abb. 158. Flügelgeäder von *Eustaintonia pinicolella* Dup. Nach Spuler.

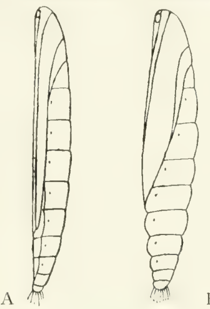


Abb. 159. A Puppe von *Eustaintonia pinicolella* Dup., B dieselbe von *Gelechia electella* Zll.

Als Fraßpflanze wird in der Literatur neben der Fichte auch die Kiefer angegeben. Doch bezweifelt Baer (1906) mit Recht die Richtigkeit dieser Angabe, da es sehr unwahrscheinlich ist, daß ein und dasselbe Minierer-Räupchen zwei so verschiedene Gebilde, wie sie die Fichten- und Kiefernnadeln darstellen, angreifen kann.

Ratzeburg erwähnt in seinen Forstinsekten noch eine zweite Momphide, nämlich *Pancalia leeuwenhoekella* L. (= *Schmidtella* Tr.), die aus Lärchenrinde erzogen sein soll. Es dürfte hier wohl eine Verwechslung vorliegen; Spuler gibt bezüglich des Vorkommens dieser Art an: „in röhrenförmigem Gespinst unter *Viola canina* u. a.". Bei Heinemann ist eine Fraßpflanze überhaupt nicht erwähnt.

9. Unterfamilie: *Gelechiinae*.

Die Gruppe enthält eine große Anzahl von Gattungen und Arten, die zum Teil recht verschiedenartig erscheinen. Im allgemeinen (mit nur ganz wenig Ausnahmen) zeichnen sie sich durch die stark entwickelten Palpen aus, die fast parallel sind und den Scheitel des Kopfes überragen. Im Vorderflügel sind r_4 und r_5 immer gestielt (Abb. 160). Hinterflügel breit, nie linearisch. Die Raupen leben sehr verschiedenartig, an Moosen, Flechten, versponnenen

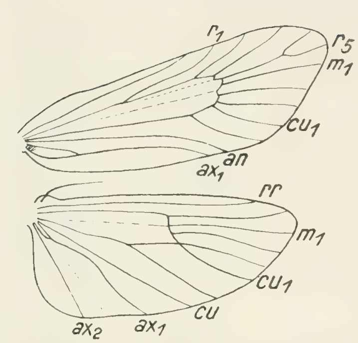


Abb. 160. Flügelgeäder einer *Gelechiide* (*Chimabacche* Zll.). Nach Spuler.

Blättern, Trieben, Blüten, in Stengeln, Gallen oder in Minen.

„Eine ungemein große, auch in den Tropen reich entwickelte Familie, in der neben recht primitiven hoch differenzierte Formen stehen, die zu den Tortriciden überleiten. Als Hauptcharakteristikum der Gelechiinen kann neben den Palpen die kräftige Entwicklung von Adersystem *m* gelten, das den größten Teil des Saumes stützt.“

Enthält über ca. 70 europäische Gattungen, von denen wir hier nur die folgenden acht besprechen wollen. Dieselben lassen sich dichotomisch folgendermaßen kennzeichnen:

1. Im Vorderflügel erreicht die Analis den Saum nicht (Abb. 167) . . 3
— Die Analis im Vorderflügel immer deutlich am Saum (Abb. 160) . 2
2. Palpen klein, wenig gebogen, den Scheitel nicht überragend. ♀ mit reduzierten Flügeln (Abb. 161 B) . . . . *Chimabache* Zll.
— Palpen lang, aufwärts gebogen, bis zum Scheitel reichend oder diesen überragend . . . . *Carcina* Hb. und *Borkhausenia* Hb.
3. Nebenaugen hinter den Fühlern deutlich vorhanden . . . . *Gelechia* Zll.
— Nebenaugen fehlend, bei 20facher Vergrößerung nicht sichtbar . . 4
4. Vorderflügel mit einigen rauhen Wülsten, aus aufrechten Schuppen bestehend (Abb. 168, S. 204) . . . . *Heringia* Spul.
— Vorderflügel glatt, ohne Wülste 5
5. Im Vorderflügel m_1 mit r_{4-5} gestielt, m_1 stets distalwärts von r_4 entspringend . . . . *Sitotroga* Hein.
— Im Vorderflügel m_1 aus der Zelle entspringend; oder wenn mit r_{4-5} gestielt, so stets proximalwärts von r_4 entspringend 6
6. Im Hinterflügel gehen von der Zelle 6 Aderäste aus (Normalzahl) *Teleia* Hein.
— Im Hinterflügel gehen nur 5 Äste von der Zelle aus . *Stenolechia* Meyr.

Gattung Chimabacche Zll.

Durch die kleinen Palpen von den übrigen Gelechiinen unterschieden; Endglied der Palpen nackt und kurz. Vorderflügel mit großem Discus, r_4 und r_5 gestielt (Abb. 160). Hinterflügel beim ♂ breit eiförmig (Abb. 161 A). Weibchen mit verkümmerten Flügeln (161 B).

Chimabacche fagella (Schiff.) F.

Buchenmotte.

Taf. I, Fig. 20 u. 21.

Falter: Vorderflügel beim ♂ weißgrau, schwärzlich bestäubt mit schwärzlichen Querstreifen und schwarzen Punkten in der Mittelzelle, beim ♀ grau mit zwei schwärzlichen fleckigen Querstreifen (Abb. 161). Spw. ♂ 26—28, ♀ 18—20 mm.

Die Raupe gelblich weiß mit blaßgrünem durchscheinendem Darmkanal und 2 Reihen weißer, kaum sichtbarer Wärzchen. Kopf hellbraun. Drittes Brustfußpaar kolbig verdickt (diese Verdickung soll nur den männlichen Raupen zukommen)[1].

[1]) Die Frage, ob wirklich nur das männliche Geschlecht diese Auszeichnung besitzt, bedarf wohl noch der Nachprüfung. Die einzigen Angaben darüber fand ich bei Praun, Spuler und Hering, welch letzterer sich wahrscheinlich auf

Diese interessante Motte, die nicht selten mit zusammengeschlagenen Flügeln an Buchenstämmen angetroffen wird, wurde zum erstenmal von Eckstein (1910) in der forstlichen Literatur kurz erwähnt. In neuerer Zeit wurden von v. Butovitsch (1929) eingehendere Mitteilungen über die Bionomie gemacht. Die Raupe verspinnt zwei übereinanderliegende Blätter so, daß das obere mit seiner Unterseite fest auf der Oberseite des anderen liegt, sie decken sich meist nur etwa zur Hälfte, indem das obere Blatt nach rechts, das untere nach links oder umgekehrt zu liegen kommt. In solchen Blattnestern, die man im Unterwuchs, aber auch an anderen Zweigen älterer Buchen findet, wohnt die Raupe. Wenn man derartige Blätter gegen das Licht hält, erkennt man die Raupe, deren eigentümlich gebaute, keulenförmige Brustbeine schon bei solcher Betrachtung auffallen[1]).

Zur Nahrungsaufnahme kriechen die Raupen halb oder ganz aus ihrem Versteck heraus und befressen die benachbarten Blätter von der Kante aus so, daß größere unregelmäßige Fraßstellen entstehen. Oft werden auch die zum Nest gehörenden Blätter nicht verschont, manchmal befrißt die Raupe die Nestblätter so, daß sie mit einem Teil des Nestes zu Boden fällt. Die Raupen fressen in der Hauptsache abends und nachts, seltener am Tag.



Abb. 161. *Chimabacche fagella* F. 1$^{3}/_{4}$ ×. (A ♂, B ♀, C Raupe des ♂ mit keulig verdickten Hinterbeinen). 1$^{3}/_{4}$ ×. C nach Spuler.

Die Hauptfraßpflanze ist die Buche, es werden aber auch andere Holzarten angegangen, wie Hainbuche, Eiche, Birke usw.

Kurz vor der Verpuppung werden die Raupen träge, das Zirpen hört vollständig auf, sie kommen nicht mehr aus ihrem Versteck heraus, werden

Spuler stützte. In der Disquéschen Sammlung befinden sich über ein Dutzend *Chimabacche*-Raupen, die nach einer freundlichen Mitteilung von v. Rosen sämtlich die keulenförmige Anschwellung besitzen.

[1]) Die Raupen lassen zeitweise ein sehr deutlich wahrnehmbares Zirpen ertönen, ähnlich wie ein leises Grillenzirpen. Der Ton wird durch Reiben der keulenförmig verdickten Hinterbeine auf der Blattoberfläche hervorgerufen, wobei die nach hinten gekrümmten krallenförmigen Klauen wahrscheinlich die Hauptrolle spielen (v. Butovitsch).

immer blasser und nehmen endlich eine gelblichweiße, wachsähnliche Färbung an; die Verpuppung findet in einem weißen, lockeren Gespinst im Blattnest statt, und zwar im Oktober.

Man findet *Chimabacche* meist in Gesellschaft anderer Buchenschädlinge, wie *Dasychira pudibunda* L., *Hylophila prasinana* L., *Cheimatobia boreata* Hb. usw.

Gattung Carcina Hb.

Fühler dick, länger als die Vorderflügel (Abb. 162); Palpen lang, aufgebogen. Vorderflügel länglich viereckig (wicklerartig), Anhangszelle sehr lang. Hinterflügel bis Mitte gleich breit, dahinter allmählich verengt, die Spitze wenig scharf, rr und m_1 gesondert aus der Zelle entspringend, nicht gestielt. Die Raupe in einem leichten Gespinst auf der Blattunterseite.

Nur eine Art:

Carcina quercana F.

Taf. I, Fig. 22.

Falter: Vorderflügel hellgraurot mit gelben Flecken an der Wurzel und hinter der Mitte des VR, die Fransen gelb mit purpurner Wurzellinie, am Innenwinkel grau. Spw. 18—21 mm.

Raupe hellgrau mit weißumsäumter dunkler Rückenlinie; Kopf gelbbraun.



Abb. 162. *Carcina quercana* F. 2×.

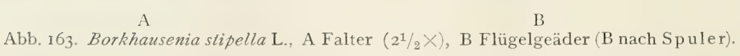
Ratzeburg (F. II, S. 237) erwähnt im Anhang zu den Laubholzwicklern eine *Tortrix quercana* Schrk. Da die Gattung *Carcina* einen wickleränhlichen Habitus besitzt, so ist es wahrscheinlich, daß Ratzeburg damit unsere Art gemeint hat. Cecconi führt die Art in seinem Manuale Ent. Forest (S. 131) als schädlich an; er erhielt sie aus Venedig zusammen mit *Tortrix viridana* L.

Die Raupe lebt in einem leichten Gespinst auf der Unterseite der Blätter von Eiche, Buche und anderen Laubbäumen.

Gattung Borkhausenia Hb.

Fühler nicht verdickt, Basalglied mit Borstenkämmchen. Vorderflügel gestreckt, zugespitzt, Anhangszelle meist klein, $r_{4,5}$ spät geteilt, Discus lang, seine Hinterecke vorgezogen, cu_2 vor ihr entspringend. Wurzelschlinge klein. Hinterflügel





A B

Abb. 163. *Borkhausenia stipella* L., A Falter ($2^1/_2$×), B Flügelgeäder (B nach Spuler).

mit gut entwickeltem Analfeld (nicht vorgebaucht), Adern m_3 und cu_1 von der vorgezogenen Hinterecke des Discus entspringend. Spw. 16—19 mm.

Die Raupen leben unter Rinde, in faulem Holz, Mulm, an Flechten usw.

Zahlreiche Arten (bei Spuler 48), die aber ohne forstliche Bedeutung sind.

B. stipella L. (Taf. I, Fig. 23). Unter der Rinde der Kiefer und Fichte. Heinemann vermutet, daß die Raupe zur Verpuppung in die Zapfen geht.

B. similella Hb. An Rinde von Kiefer und Fichte. Disqué zog die Art auch aus Tannenkrebsen.

B. cinnamomea Zll. Raupe in morschen Kiefernstrünken. Wohl auch in morschem Laubholz.

B. luctuosella Dup. Unter der Rinde von Kiefern, auch von Laubholz.

B. jourdheuillella Rag. In verdorrten Kiefernknospen *(Pinus maritima)*.

Gattung Stenolechia Meyr.

Kopf gewölbt, beschuppt, Fühler mit sehr dickem Basalglied, Palpen lang, Mittelglied wenig aufgebogen. Hinterschienen lang behaart, Mittelsporen dicht vor $^1/_2$. Discus der Hinterflügel offen, daher erscheinen *rr* und m_1 gestielt. Im Vorderflügel Abstand von m_1 und m_2 sehr groß, m_3 bis cu_2 um die Hinterecke des Discus zusammengedrängt.

Die Gattung enthält drei europäische Arten, von denen eine in der forstlichen Literatur genannt wird:

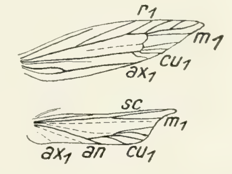


Abb. 164. Flügelgeäder von *Stenolechia* Meyr.

Stenolechia gemmella L.

Eichentriebmotte.
(Syn. *Poecilia nivea* Hw.).
Taf. I, Fig. 24.

Falter: Vorderflügel weiß, schwach schwarzbraun bestäubt, vorne unterbrochenes Schrägband in der Mitte, 2 VR-Flecken davor und 2 IR-Flecken an der Wurzel und im Innenwinkel schwarz Spw. 9—10 mm. (Abb. 165).

Raupe weißlich mit durchscheinendem Darmkanal und dunkelgrauen Pünktchen; Kopf und der breite Afterschild sind hellkastanienbraun; Nackenschild wenig ausgeprägt, mit grünen Pünktchen gerandet.



Abb. 165. *Stenolechia gemella* L. 3×.

Neblich hat 1906 zum erstenmal in der forstlichen Literatur auf diesen Eichenschädling aufmerksam gemacht, nachdem er mehrere Jahre hindurch in den Laubholzwaldungen des Haardt-Gebirges an den Eichen jeden Alters und in Beständen der verschiedensten Lagen, an Stockausschlägen wie an Kernwüchsen aufgetreten war. Später

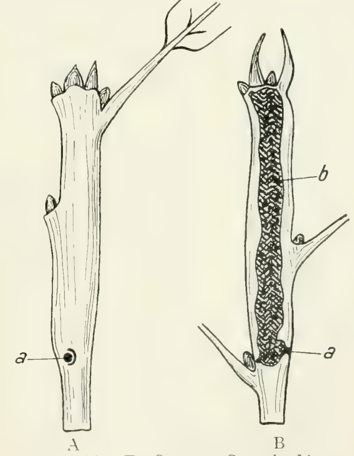


Abb. 166. Fraß von *Stenolechia gemella* L. in Eichentrieben. A Anschwellung des Triebendes nebst Bohrloch, B Fraßgang angefüllt mit Exkrementen, a Ausflugloch, b ausgehöhlter und mit Kot gefüllter Trieb. Nach Barbey.

hat Barbey (1919) noch einige Beobachtungen über die Bionomie gemacht.

Das Auftreten der Eichentriebmotte macht sich dadurch bemerkbar, daß in den Monaten Mai und Juni eine Anzahl Blätter, besonders an den jüngsten Trieben, zuerst fleckig werden, sich aufrollen, sodann sich gelb färben, vertrocknen und schließlich abfallen, allein oder zumeist mit den obersten Zweigspitzen.

Die Flugzeit ist nach Neblich sehr lang und dauert von Anfang Juli bis Ende September, auch im April wurden schon Falter gefunden. Diese Angaben deuten zweifellos auf eine doppelte Generation hin.

Das Räupchen bohrt sich in die jungen Triebe der Eichen ein und frißt diese zu einer Länge von 6 cm aus, wobei der Trieb etwas anschwillt[1]) (Gallenbildung) (Abb. 166 A). Die Verpuppung findet entweder in dem ausgehöhlten Trieb statt oder nach Verlassen desselben an den Stämmen zwischen Moos und Flechten in einem leichten Gespinst.

Nach Neblichs Angaben bohrt sich das Räupchen von der Spitze des Triebes ein, während nach Barbey (1919) das kleine Einbohrloch mehr oder weniger weit vor der Spitze gelegen ist. Letzterer fand die Spitze des Triebes stets völlig intakt und nimmt deshalb an, daß die Raupe nur durch das Einbohrloch, das sie etwas erweitert, nach außen gelangen kann.

Der durch die Triebmotte verursachte Schaden ist kein bedeutender und besteht auch dort, wo sie sehr verbreitet ist und die Blätter und Triebe zu Tausenden am Boden liegen, wohl nur in einem Zuwachsverlust.

Gattung Heringia Spul.

Vorderflügel mit einigen rauhen Wülsten, aus aufrechten Schuppen bestehend. Die Adern m_2 und cu_1 dicht beieinander an der Hinterecke des Discus entspringend. Ader *an* erreicht den Saum nicht. Wurzelschlinge groß. Hinterflügel unter der Spitze verschieden stark angezogen (Abb. 167).

Nur eine Art *(H. dodecella* L.), deren Raupe in Kiefernknospen lebt:

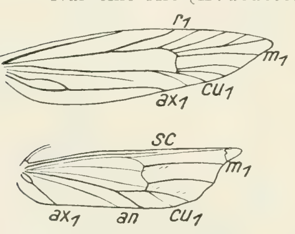


Abb. 167. Flügelgeäder von *Heringia dodecella* L. Nach Spuler.



Abb. 168. Die Kiefernknospentriebmotte, *Heringia dodecella* L. (8 mal vergrößert). Nach Trägårdh.

Heringia dodecella L.

Kiefernknospentriebmotte.

Ratzeburg: *Tinea Reussiella* Rtzb. — Nitsche: *Tinea (Gelechia, Teleia) dodecella* L. — Altum: *Gelechia dodecella* L. — Nüßlin-Rhumbler: Gelechia dode*cella* L.

[1]) Eine ganz ähnliche Erscheinung ruft der Fraß eines mehr in Südeuropa vorkommenden Wicklers *(Pelatea festivana* Hb.) an Eichen hervor (Cecconi, M., 128).

Falter: Vorderflügel graubraun mit zwei breiten, verwaschenen hellgrauen Querbinden, einer gebogenen, hellgrauen hinteren Querlinie und 6 paarweise übereinander stehenden, aufgeworfenen schwarzen Punkten im Mittelraum. Spannweite 10—12 mm.

Raupe rötlich mit schwarzem Kopf, Nackenschild und Brustfüßen. Die Beborstung des Protoracal- und Analsegmentes siehe Abb. 169 A und B.

Puppe braun, am Hinterleib heller als an den Flügelscheiden, letztere bis zu $^2/_3$ der Körperlänge. Hinterende mit zahlreichen Hakenborsten besetzt (Abb. 169 C).

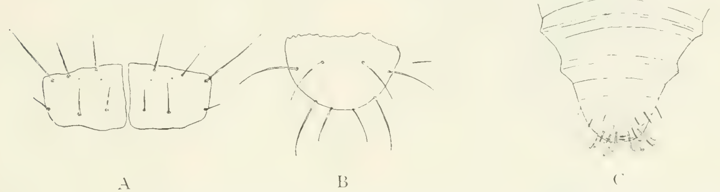


Abb. 169. A Beborstung des Thoracalschildes von *H. dodecella*, B dieselbe des Analschildes, C Hinterende der Puppe mit zahlreichen Hakenborsten. Nach Trägårdh.

Die Art wurde von Ratzeburg (F. 240) als *Tinea Reussiella* beschrieben und in die Forstentomologie eingeführt, nachdem er sie in größerer Zahl aus Kieferntrieben gezogen, welche zum Teil mit *buoliana* besetzt waren. Nüßlin erweiterte die Kenntnisse nach einer Mitteilung von Disqué dahin, daß die Larve zuerst in den Nadeln miniert und erst nach der Überwinterung in der Nadel im folgenden Frühjahr in die Knospen geht. Trägårdh (1915), der eingehende Beobachtungen über *dodecella* gemacht hat, bestätigt die Angaben Nüßlins.

Bioformel: $\frac{-6{,}5}{5 \dotplus 6}$

Flugzeit Ende Mai bis Juli. Die junge Raupe findet man von Mitte Juni ab minierend im Spitzenteil der Nadel. Im Herbst ist die Hälfte der Nadel ausgehöhlt (etwa 7—15 mm). Die Exkremente scheinen zum größten Teil entfernt zu werden; nur im äußersten Spitzenteil findet man kleine Mengen (Abb. 170). Gewöhnlich findet man zwei Öffnungen, eine größere am proximalen Ende der Mine gelegen, die wohl

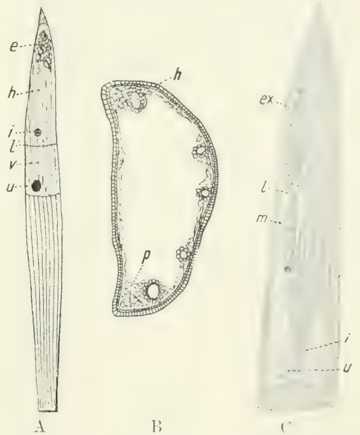


Abb. 170. Minenfraß der Raupe von *Heringia dodecella* L. in einer Kiefernnadel. A Schematische Darstellung einer befallenen Kiefernnadel. *e* Exkremente, *h* Mine im Sommer und Herbst gefertigt, *v* Mine des folgenden Frühjahrs, *i* Einbohrloch, *u* Ausbohrloch. B Querschnitt durch eine minierte Nadel. *h* Harzgang, *p* Parenchym. C Spitzenhälfte einer befallenen Nadel. *ex* Exkremente, *l* Larve, *m* Mine. Nach Trägårdh.



Abb. 171. Knospenfraß der Raupe von *Her. dodecella* L. Man sieht die weiße Gespinströhre. Nach Trägårdh.

zum Auswerfen der Exkremente dient, und eine mehr distal gelegene (das Einbohrloch). Die Innenwände der Mine sind mit seidenartigem Gespinst ausgekleidet. Vor der Überwinterung wird die distal gelegene Öffnung (Einbohrloch) geschlossen.

Die Larve ruht in der Mine bis zum nächsten Frühjahr, dann begibt sie sich, von Mitte April ab, in die Knospen, wobei sie weiße Gespinströhren spinnt, höhlt die Knospe aus (Abb. 171), verläßt auch diese wieder, um sich in eine zweite Knospe und eventuell auch noch in einen jungen Trieb einzubohren.

Die Verpuppung findet am letzten Fraßort von Mai ab statt.

Dodecella tritt zuweilen so zahlreich auf, daß ein ähnlicher Schaden wie durch *buoliana* (mit der sie häufig zusammen vorkommt) entsteht. 1884—1887 ist sie in der Rheinebene in starker Vermehrung und sehr schädlich, bedeutungsvoller als *buoliana*, aufgetreten (Nüßlin).

Gattung Teleia Hein.

Palpen schwach aufgebogen. Mittelglied unten durch dicke, flach angedrückte Beschuppung verbreitert, Endglied pfriemförmig.

Vorderflügel mit geradem oder schwach geschwungenem Saum unter der Spitze. Hinterflügel auf ax_1 etwas eingezogen, Innenwinkel zwischen m_3 und cu_1, Saum geschwungen mit vorgezogener Spitze.

Die Raupen an verschiedenen Bäumen in zusammengesponnenen Blättern. In Europa über 20 Arten. Keine erlangt eine größere forstliche Bedeutung.

Teleia proximella Hb.

Birkenmotte.

Taf. I, Fig. 25.

Falter: Vorderflügel weißgrau und dunkelgrau gemischt, mit schwarzem Fleck an der Wurzel des VR und feinen schwarzen Punkten, zwei sehr schräg stehenden in der Mitte, zwei am Querast und einigen nahe der Wurzel. Spw. 13—16 mm. (Abb. 172).



Abb. 172. Die Birkenmotte *Teleia proximella* Hb. $2^1/_2\times$.

Raupe grün mit rötlichem, nach hinten zunehmendem Anflug, schwarzen haartragenden Wärzchen und graugrünen Längslinien. Kopf bräunlich, Nackenschild mit vielen schwarzen Pünktchen und Flecken.

Raupe lebt oft recht zahlreich in zusammengerollten Blättern an Birken und Erlen. Wohl doppelte Generation. Juni und September. Bei Ratzeburg (F. II, S. 252) erwähnt.

Gattung Gelechia Zll.

Palpen etwa so lang als der Thorax, verschieden stark aufgebogen. Vorderflügel gestreckt mit abgeflachtem Innenwinkel und schrägem Saum. Hinterflügel breiter als die Vorderflügel, unter der Spitze schwach eingezogen, Discus geschlossen, m_3 und cu_1 aus einem Punkt entspringend (Abb. 173).

Eine große Gattung mit zahlreichen Arten (in Europa 89 Arten).

Die Raupen leben in Nadeln, zusammengesponnenen Blättern, Blüten, Kätzchen usw. Forstlich kaum beachtenswert.

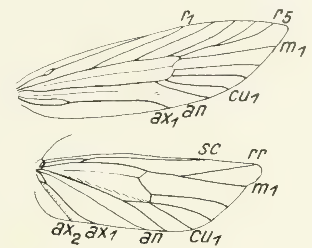


Abb. 173. Flügelgeäder von *Gelechia* Zll. Nach Spuler.

Gelechia electella Zll.

Taf. I, Fig. 26.

Falter: Kopf, Thorax und Vorderflügel weißlich, diese mit schwarzen Punkten im Mittelraum; die Wurzel, 2 Binden vor und hinter der Mitte und die Spitze wolkig graubraun. Spw. 13—14 mm. (Abb. 174 A).

Die Raupe ist nach Baer (1906) vor allem dadurch charakterisiert, daß sie unter der Afterklappe eine Reihe (6—7) sehr eigentümlicher starker, dunkel gefärbter Borsten besitzt, die am Grund verdickt und gebogen sind, und von denen die zwei mittleren so lang sind, daß sie sich kreuzen (Abb. 174 B). — Die Puppe (Abb. 159 B, S. 199) ist in der Mitte deutlich verdickt, ihre Flügelscheiden reichen bis zum 5. Abdominalsegment. An der Spitze befinden sich 15—20 Hakenborsten (Baer).

Die Raupe lebt nach Baer ganz ähnlich wie *Eustaintonia pinicolella* Dup. (S. 199) und *Semasia nanana* Tr. (S. 309) in Fichtennadeln. Von *pinicolella* unterscheidet sie sich nur darin, daß sie auch in der Oberhaut des



A



B

Abb. 174. A *Gelechia electella* Zll. ($2^1/_2\times$), B Afterborsten der Raupe von *Gelechia electella* Zll. (stark vergr.). Nach Baer.

Zweiges eine flache, geschlängelte Rinne, die sie mit Gespinst auskleidet, frißt. In der Literatur findet sich die Angabe, daß das *electella*-Räupchen in Holzknoten an Zweigen und Stämmen verschiedener Koniferen lebt, was entschieden unrichtig ist. Vielleicht, meint Baer, rührt diese Vorstellung von einem Beobachter her, der den Falter aus älteren verholzten Chermesgallen erzog, in deren unmittelbarer Nähe das Räupchen tatsächlich mit Vorliebe miniert, und dem das Wesen dieser Gallen nicht bekannt war. Die Verpuppung, die in einem dichten Gespinst sich vollzieht, findet wohl meist am Boden statt.

Baer berichtet über ein stärkeres Vorkommen (1904) gemeinsam mit *Sem. nanana* Tr. und *Eustaintonia pinicolella* Dup. in einer über 1000 m

langen Fichtenhecke bei Regensburg. An dem Fraß, der fast die ganze Hecke ergriff, nahm *electella* etwa mit 10% Anteil.

Gattung Sitotroga Hein.

Vorderflügel sehr lang gestreckt, hinten lang zugespitzt; m_1 mit r_{4-5} gestielt, es entspringen also die beiden, die Flügelspitze umfassenden Adern aus demselben Stiel; m_1 hinter r_4 entspringend. Hinterflügel lang viereckig, mit sehr langer, vorgezogener Spitze. Die die Spitze umfassenden *rr* und m_1 entspringen auf gemeinsamem Stiel.

Die Raupe der einzigen Art:

S. cerealella Oliv. lebt in den Körnern aller Getreidearten, vom Mais herab bis zur Hirse und frißt deren Inhalt aus. Richtet minunter großen Schaden an (s. Zacher, Vorratsschädlinge, S. 227).

Literatur über die Tineiden.

Altum, 1887, *Tinea piniariella* Zll. Z. f. F. u. J. S. 692—694.

—, 1888, a) Feinde des Buchenaufschlages. Ebenda, S. 33.

—, 1888, b) Forst- und jagdzoologisch bemerkenswerte Erscheinungen während des Jahres 1888. Ebenda, S. 752.

—, 1894, Das „Rabenfederchen" *(Coleophora coracipennella* Hb.). Ebenda, S. 639 bis 648.

Amyot, M., 1864, Histoire de la Teigne syringelle *(Tinea syringella* F.) An. Soc. ent. France 4. Ser. Tome 4.

Anonymus, 1882, Schädliches Auftreten der Schwarzpunktmotte, *Hyponomeuta variabilis* Zll. in Ungarn. Bl. f. d. ges. Forstw. VIII, 131.

Baer, W., 1906, Ein Fraß von *Steganoptycha nanana* Tr., nebst Bemerkungen über ähnlich lebende Kleinfalter. N. Z. f. F. u. L., S. 429—440.

—, 1909, *Gracilaria simploniella* F. R. und die Eichenrindenminen. Ebenda. VII. 45—54.

—, 1910, Über die Verpuppungsweise von *Batrachedra pinicolella* Dup. Ebenda. VIII.

—, 1917, Tharandter Zool. Beiträge. Die Fichtenrindenwickler und Fichtenknospenmotten. Thar. F. J., S. 38—47.

Bail, Th., 1908, Über Pflanzenmißbildungen und ihre Ursachen. 30. Bericht westpreuß. Bot. Zool. Ver. Danzig.

Barbey, A., 1919, Un parasite des pouses du chêne. Journ. for. Suisse.

Berenger, v., 1855, Entlaubung eines Eichenforstes durch *Tinea cognatella.* Österr. Vierteljhrschr. f. F. V. S. 224—225.

Blum, 1816, Die Lärchenmotte, *Phalaena, Tinea laricinella.* Sylvan.

Boden, Fr., 1902, Die Lärche und ihre Motte. Z. f. F. u. J., 34. Jrg., 21—24.

Borggreve, 1871, Besprechung von Reuß, Die Lärchenkrankheit. Allg. F. u. Jgdztg., S. 133—149.

—, 1889, Über die Lärchenkrankheit. Forstl. Bl., S. 195—209.

Borgmann, 1888, Die Zwieselbildung der Esche. Z. f. F. u. J. XIX, S. 689—699.

—, 1891, Über die zweite Generation der Eschenzwieselmotte. Ebenda. XXIII, S. 201—205.

—, 1893, Neuere Beobachtungen über die Eschenzwieselmotte. F. N. Z. II, S. 24—28.

Borries, H., 1895, Jagttagelser over Danske Naaletree-Insekter. Tid. for. Skow. J. B.

Bourgeois, C., 1894, Deux nouveaux ennemis du Pin cembro. Schw. Z. f. F.

Butovitsch, M. von, 1929, Zur Biologie von *Chimabacche fagella* F. Z. f. ang. Ent. Bd. Bd. XV, S. 178—180.

Coaz, 1880, Über die Lärchenminiermotte. Schw. Z. f. F., S. 77.

Disqué, Heinrich, 1908, Versuch einer mikrolepidopterologischen Botanik. D. Ent. Zeit. „Iris". Bd. XXI, 34—147.

Eckstein, K., 1910, Die Buchenmotte. D. F. Z. Bd. 25, p. 412.
Escherich, K., 1925, Schäden durch die Eichenrindenminiermotte in Ungarn. A. f. Schädlk. I. 78.
— und Baer, 1913, Tharandter Zool. Miscellen. Vierte Reihe. Nr. VI. Leimringfauna. N. Z. f. F. u. L. XI. S. 125.
Fankhauser, 1904, Die Ahorn-Motte. Schw. Z. f. F., p. 235.
—, 1908, Über das letztjährige Auftreten forstschädlicher Schmetterlinge in der Schweiz. Schw. Z. f. F., S. 10.
Frey, H., 1880, Die Mikrolepidopteren der Schweiz. Leipzig.
Fulmek, Leop., 1910a, Die Raupe der Eichenblattminiermotte, *Tinea complanella* Hb. Z. f. Landw. Versuchswesen Österreichs. XIII, S. 149—151, Taf. I.
—, 1910 b, Zur Kenntnis schädlicher Schmetterlingsraupen. Die Raupen der Fliedermotte. Ebenda. S. 960—964. Taf. II.
—, 1917, Die Lärchenminiermotte. „Natur" (Leipzig), S. 20.
Gebbers, 1872, Die Lärchentriebmotte. Verh. Harz. Forstver.
Green, F. J., 1920, The Larch Shoot-boring moth. Qurtl. Jour. Forestry XIV.
Hartig, R., 1870a, *Coleophora lutipennella* Zll. Z. f. F. u. J. II. S. 405—406.
—, 1870b, *Nepticula sericopeza* Zll. Ebenda, 404—405.
—, 1872, Über Forstinsekten. Ber. über die 1. Vers. dtsch. Forstmänner. Braunschweig.
—, 1896, Die Tannennadelmotte, *Argyresthia fundella* F. R. — F. N. Z. V, S. 313—316.
Hartmann, A., 1879/80, Die Kleinschmetterlinge des europ. Faunengebietes. Mitt. Münch. Ent. Ver.
Heinemann, H. v., 1859, Die Schmetterlinge Deutschlands und der Schweiz. 2. Abt. Braunschweig.
Hering, Martin, 1926, Die Ökologie der blattminierenden Insektenlarven. Berlin.
Heyden, C. v., 1860, Fragmente aus meinen entomologischen Tagebüchern. Stett. ent. Z. XXXI, 113—126.
Keller, C., 1901, Die Arvenerkrankungen im Oberengadin. Schw. Z. f. F. 293—297.
—, 1910, Mitt. Schweiz. Centralanst. forst. Unterrichtswesen, Bd. 10.
—, 1917, Zur Biologie von *Chrysomela aenea* L. und *Coleophora fuscedinella* Zell. Festschrift nat. Ges. Zürich. 103—104. Taf. 4.
Kemner, N. A., 1917, Bjorksämalen (*Coleophora fuscedinella* Zell.) och dess uppträdande 1915—17. Medd. Ctrlanst. Ent. avdel. No. 28. Stockholm.
Krauße, Anton, 1916, *Tinea cloacella* Hw. als Pilzschädling. Z. f. F. u. J. S. 73—78.
Loos, C., 1891 und 1892, Einige Beobachtungen über *Coleophora laricella* auf dem Schluckenauer Domänengebiet. Ctrbl. f. d. g. Forstw. XVII, S. 375—379, XVIII, S. 425—431.
—, 1898, Beitrag zur Kenntnis der Lärchentriebmotte, *Tinea laevigatella* H., und des Lärchenrindenwicklers, *Tortrix zebeana* Rtz. auf dem Schluckenauer Domänengebiet. Ctrbl. f. d. g. Forstw. S. 265.
Lüstner, 1925, Auftreten der Buchenblattminiermotte (*Lithocolletis faginella* Z.). Nachrichtenblatt f. d. dtsch. Pflanzenschutzdienst. 5. Jahrg.
Mac Dougall, 1907, Journ. Board Agric. London. Vol. 14.
Marti, Fr., 1880, Die Lärchenminiermotte im Berner Oberland. Schw. Z. f. F. S. 29—32.
Mokrzecki, 1913, *Hyponomeuta malinellus* Zll., its bionomics and methods of fighting it. Referat in R. appl. Ent. Vol. I. S. 345—349.
Neblich, 1906, *Stenolechia gemella* L. und *Pammene splendidulana* Gu. Zwei Kleinschmetterlinge auf Eichen. Forstw. Ctrbl. S. 195.
Reh, L., 1908, Ungewöhnlicher Massenfraß von Gespinstmotten. Z. f. wiss. Insektenbiol. Bd. IV, H. 7.
Reißig, 1869, Die Lärchenmotte, *Coleophora laricella* (*Tinea laricinella* Bchst.) Z. f. F. u. J., I, S. 129—137.

Rittmeyer, 1889, Die Lärchenminiermotte, *Tinea laricella*, Ctrbl. f. d. ges. Forstw., XV, S. 282.
Schaal, 1879, *Elachista complanella*. Ber. 8. Versammlg. deutscher Forstmänner in Wiesbaden.
Schütze, K. T., 1917, *Argyresthia illuminatella* Zell. — D. Ent. Zeit. „Iris". XXXI, S. 4—23.
Schwangart, Fr., 1915, Über Rebschädlinge u. -nützlinge. N. Z. f. F. u. L. Bd. 13.
Sihler, 1920, Die Gespinstmotte, *Hyponomeuta evonymellus* und ihre Tätigkeit als Papiermacherin. Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturkd. Württemberg.
Sorhagen, L., 1886, Die Kleinschmetterlinge der Mark Brandenburg. Berlin.
Stäger, Rob., 1923, Beitrag zur Lebensgeschichte der Fliedermotte (*Xanthospilapteryx syringella* F.). Mitt. Entom. Zürich. Heft 6, 368—400.
Stainton, H. T., 1855—1873, The Natural History of the Tineinae. London.
Standfuß, M., 1894, Bemerkungen über *Steganoptycha pinicolana* usw. Bern.
Stellwaag, F., 1928, Die Weinbauinsekten der Kulturländer. Berlin (P. Parey).
Titschak, E., 1922, Beitrag zu einer Monographie der Kleidermotte. Leipzig.
—, 1927, Die Bedeutung der Temperatur für die Haus- und Speicherschädlinge. Mitt. Ges. f. Vorratsschutz. III, S. 12—14.
Trägårdh, Ivar, 1911 a, Syrenmalen. Ctranst. Jordruksförs. Flygblad No. 30, Upsala.
—, 1911 b, Om Biologin och Utvecklingshistorien hos *Cedestis gysselinella* Dup. en Barrminerare. Medd. No. 53. Centralanstalt f. försök. Upsala.
—, 1913 a, Contributions towards the comparative morphology of the trophs of the Lepidopterous Leafminers. Arkiv för Zool. Bd. 8, No. 3.
—, 1913 b, Hvarpa beror bladminerarmes förmaga att om hösten konservera klorofyllet i bladen. Entom. Tidskr., 179—190.
—, 1913 c, Om *Nepticula sericopeca* Zell., ett skadedjur pa lönnens frukter. Skogsvard. Tidskr. 1913, H. 4, 291—303.
—, 1914 a, Bladminerare. Centralanst. Entom. avdel. No. 16. Upsala.
—, 1914 b, Skogsentomologiska bidrag 1—5. Ent. Tidskr.
—, 1915, Bidrag till kännedomen om tallens och gramens fiender bland smafiärilarna. (Contributions towards the knowledge of the ennemies of the pine and spruce among the microlepidoptera.) Skogsvard. Tidskr.
Tutt, J. W., British Lepidoptera. London 1899—1900.
Werth, 1925, Die Miniermotte. Nachrichtenblatt f. d. dtsch. Pflanzenschutzdienst, 5. Jahrg., S. 6.
Wahl, Bruno, 1907, Die Bekämpfung der Gespinstmotten. Mitt. der K. K. Pflanzenschutzstation Wien.
Zacher, Fr., 1927, Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Berlin (P. Parey).
Zeller, 1844, D. Ent. Z. „Iris", S. 198—238.
Zimmermann, 1909, Einige Beobachtungen über die gefiederten Feinde der Lärchenminiermotte. Orn. Monatssch., S. 352.

Familie: Tortricidae.

Wickler.

Obwohl die Tortriciden den Tineiden sehr nahe stehen und von diesen durch keine tiefgreifenden morphologischen Unterschiede getrennt sind[1]), folge ich auch hier Handlirsch, der „aus praktischen Gründen vorläufig die sehr eingebürgerte Scheidung beibehalten hat".

---

[1]) Handlirsch stellt die Tortriciden in die Überfamilie der *Tineoidea*, und zwar als selbständige Familie neben die Tineiden, Börner in seine Familienreihe der *Gracilarioidea* neben die *Gracilariidae* und *Phyllocnistidae*.

Die Tortriciden[1]) sind im allgemeinen wesentlich größer und kräftiger gebaut als die Tineiden und unterscheiden sich in den meisten Fällen auch durch ihre Flügelform recht deutlich von diesen: Während die Vorderflügel bei den Tineiden gewöhnlich schmal und zugespitzt sind, zeigen diese bei den Wicklern eine fast länglich-viereckige bzw. trapezoide Gestalt, da sowohl der Vorder- (Costal-), als auch der Innenrand (Dorsalrand) schon gleich nach der Basis sich stark krümmen und dann ziemlich parallel verlaufen. Da hierbei der Grund des Vorderrandes stark vorgewölbt erscheint, bezeichnet man diese Flügelform auch als „geschultert" (Abb. 175). Bei einer Anzahl von Arten geht allerdings die trapezoide Flügelgestalt mehr in die dreieckige Form über.

Das Flügelgeäder der Vorderflügel ist meist vollständig; bei zwei Unterfamilien ist die Ader *an* nur in der Nähe des Saumes deutlich, basalwärts dagegen nur als Falte angedeutet, bei der Unterfamilie der Phaloniden fehlt sie ganz. Die Innenrandsader ax_1 vereinigt sich nahe der Basis mit ax_2 zu einer Wurzelschlinge (Abb. 176). Alle Adern entspringen gesondert, nur r_4 und r_5 mitunter gestielt.

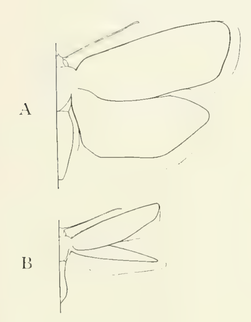


Abb. 175. Flügelform A eines Tortriciden, B eines Tineiden.

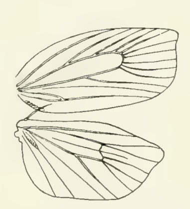


Abb. 176. Flügelgeäder eines Tortriciden. Nach Kennel.



Abb. 177. Körper eines Tortriciden *(Pandemis)*. Seitenansicht. Nach Kennel.

Die Färbung und Zeichnung der Vorderflügel zeigen manche übereinstimmende Züge. Die Vorderflügel sind lebhafter gefärbt, nur sehr selten einfarbig, meist deutlich marmoriert gezeichnet. Bei vielen Arten stehen am Vorderrand paarweise gestellte helle Häkchenzeichnungen, die Vorderrandhäkchen, von denen mitunter helle oder metallfarbene Linien ausgehen, die, wenn sie metallfarbig sind, Bleilinien genannt werden. Die Häkchen werden von der Flügelspitze her gezählt, weil sie hier am deutlichsten ausgesprochen sind. Die aus den mittleren Häkchenpaaren entspringenden Bleilinien ziehen zum Innenwinkel und umschließen hier oft einen abweichend gefärbten, mit schwarzen Punkten oder Längsstrichen gezeichneten Fleck, den „Spiegel".

Die Hinterflügel sind auch häufiger mehr trapezoid als dreieckig. Die Adern *an*, ax_1 und ax_2 sind gut entwickelt (Abb. 176), ax_1 an der Basis ver-

[1]) Ein klassisches Werk über die paläarktischen Tortriciden mit prächtigen kolorierten Abbildungen fast sämtlicher besprochenen Arten verfaßte J. v. Kennel, dem wir hier in der Systematik usw. in der Hauptsache folgen.

breitert, scheinbar gegabelt. Ader m_3 und cu_1 können getrennt aus der Querader entspringen, oder aus einem Punkt, oder auch verschieden lang gestielt sein, ja sie können in ihrer ganzen Länge zusammenfallen. Bei den Männchen haben die Hinterflügel eine einzige kräftige Haftborste, bei den Weibchen mehrere feine.

Auch sonst sind sexuelle Dimorphismen vielfach vorhanden, zum Teil in Färbung und Zeichnung, zum Teil in besonderen Bildungen: bei den Männchen mancher Gattungen ein Costalumschlag von der Basis der Vorderflügel aus mit oder ohne darunter verborgenem Haarbüschel, oder ein schwächerer Costalumschlag am Hinterflügel mit längerer Behaarung oder einem Haarpinsel usw.

Der Kopf ist glatt oder auch wollig beschuppt. Die Fühler sind im allgemeinen fadenförmig, oft fein gewimpert, im männlichen Geschlecht mitunter stärker. Der Rüssel ist gut entwickelt, nur in einzelnen Fällen rudimentär, Maxillarpalpen fehlen. Die Labialpalpen sind gut ausgebildet, dreigliedrig, anliegend oder bärtig beschuppt, dem Gesicht anliegend oder horizontal vorgestreckt, meist nur wenig über den Kopf vorstehend, das Endglied ist kurz, versteckt oder nur wenig vorragend, nie pfriemenförmig oder zurückgebogen wie bei den Motten. Die Brust ist in der Regel anliegend behaart, die Beine sind kräftig, ziemlich kurz, die Hinterschienen tragen zwei Paar etwas ungleich lange Sporen (Abb. 177).

„Die Raupen sind walzenförmig oder an beiden Enden etwas dünner und haben 5 Paar mit Hakenkranz versehene Bauchfüße. Die Stigmata liegen ziemlich genau an den Seiten des Körpers, sie fehlen dem 2., 3. und letzten Segment. Letzteres trägt oberseits die Analklappe, die bisweilen chitinig verstärkt und durch besondere Färbung ausgezeichnet ist. Der Kopf und Nackenschild sind stark chitinisiert und meist durch schwarze, schwarzbraune oder hellbraune Färbung von der Körperfärbung verschieden. Die Segmente tragen feine, meist spärlich behaarte Punktwärzchen in charakteristischer Anordnung, und man kann auf jedem Segment, abgesehen vom letzten, vier Rückenwärzchen, jederseits zwei Seitenwärzchen und ein Beinwärzchen (Supraventrale) unterscheiden. Auf dem zweiten und dritten Segment stehen die Rückenwärzchen in einer schwach gebogenen Querreihe, die Seitenwärzchen (Subdorsalia und Lateralia) in gleicher Höhe voreinander, die supraventralen Wärzchen oberhalb des Beinansatzes. Auf den übrigen Segmenten stehen die paradorsalen Wärzchen wie die vier Ecken eines Trapezes, die beiden vorderen näher beisammen als die beiden hinteren, die subdorsalen Wärzchen unmittelbar über dem Stigma, die lateralen kleineren etwas weiter entfernt unter dem Stigma, die supraventralen Wärzchen, wie vorher angegeben, in den beinlosen Segmenten an gleicher Stelle. Das letzte Segment zeigt nahe an seinem Vorderrand eine Querreihe von vier Wärzchen[1]). Jedes Wärzchen trägt ein steifes, meist ziemlich langes Härchen,

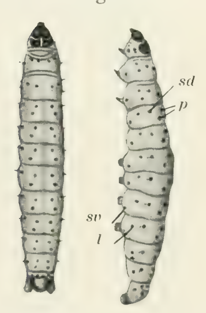


Abb. 178. Raupe eines Wicklers (*Argyroploce*), dorsale und seitliche Ansicht *p* Paradorsal Warzen, *sd* Subdorsalwarzen, *l* Lateralwarzen, *sv* Supraventralwarzen Nach Kennel.

[1]) Nach Baer (1906) sind viele Tortriciden-Raupen dadurch von den Pyraliden-Raupen unterschieden, daß bei den ersteren die Lateralwarzen des Prothorax,

seltener mehrere kleinere. Bald sind die Wärzchen recht groß und deutlich sichtbar, bald kleiner, mitunter so winzig, daß sie erst bei starker Lupenvergrößerung sichtbar sind, sie fehlen aber wohl nie ganz. Sie sind entweder dunkelbraun oder tief schwarz, oder auch von Körperfarbe, bei lebhafter- oder dunkelfarbigen Raupen auch heller als die Umgebung, sogar ganz weiß. Die Härchen können die Farbe der Wärzchen haben, zuweilen sind sie aber auch auf dunklen Wärzchen hell, auf hellen dunkel."

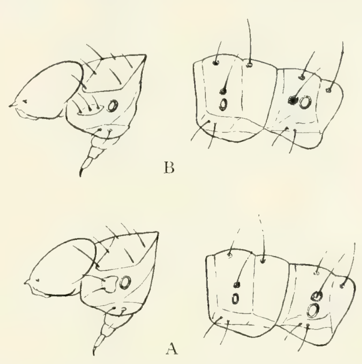


Abb. 179. Schematische Darstellung von Kopf und Prothorax, sowie des 7. und 8. Abdominalsegmentes, A einer Pyraliden-, B einer Tortricidenraupe. Am Prothorax vor dem Stigma die Lateralwarze mit 2 (A) bzw. 3 (B) Borsten, ventral davon die 2 Borsten der supraventralen Reihe. An den Abdominalsegmenten befindet sich dicht bei dem Stigma, und zwar dorsal bzw. prooral, die subdorsale Borste, weiter dorsal die 2 Borsten der paradorsalen und ventral die 2 der lateralen Reihe. (In diesen beiden Segmenten sind die supraventralen weggelassen, ferner überall die extra- und intrapodalen Borsten, um die Deutlichkeit nicht zu beeinflussen). Nach Baer.

„Die allgemeine Färbung des Körpers kann wechseln zwischen völliger Farblosigkeit durch gelblich, gelblichgrün bis zum dunkelsten Schwarzgrün und ist nur im letzteren Fall durch Pigment der Haut beeinflußt, sonst hängt sie hauptsächlich ab von der Färbung der Leibesflüssigkeit und dem Inhalt des Darmes. Selten sind besondere Zeichnungen vorhanden, die als einige vom Grund mehr oder weniger deutlich abstechende, oft verwaschene Längsstreifen auftreten, ein Dorsal-, zwei Subdorsal- und zwei Seitenstreifen.

„Viele der zwischen Blättern lebenden Raupen verpuppen sich an Ort und Stelle, ohne einen besonderen Kokon zu spinnen, andere wählen ein frisches Blatt, unter dessen umgebogenem Rand sie sich verwandeln, noch andere lassen sich an einem Faden herab und verpuppen sich an oder in der Erde, in Ritzen von Rinde, an altem Holz oder in diesem, meist in einem lockeren oder dichten Gespinst, das mitunter mit Fremdkörperchen bedeckt wird. Die in Früchten und Fruchtkapseln lebenden verlassen meistens ihre Wohnung und verpuppen sich am oder im Boden oder in Rindenspalten; die in Zweigen, Stengeln, Holz und Wurzeln lebenden nagen sich gewöhnlich nur bis zur Oberfläche durch, wo sie ein dünnes Häutchen unversehrt lassen, oder sie nagen eine Öffnung, die sie mit Bohrmehl und Seidenfäden schließen, und verwandeln sich dahinter in die Puppe. Meist schiebt sich diese vor dem Ausschlüpfen des Falters ein Stück weit aus dem Puppenlager heraus.

„Die Puppen bieten wenig Besonderheiten, sie sind mehr oder minder

---

die vor dem Stigma liegen, 3 Borsten tragen, bei den letzteren dagegen nur 2 (Abb. 179). Ob dieses Merkmal allgemeine Geltung für sämtliche Tortriciden-Raupen gegenüber den Pyraliden- und vielleicht auch den Tineiden-Raupen hat, muß erst noch geprüft werden.

kegelförmig, das Hinterende zugespitzt oder abgerundet, im ersteren Fall oft mit feinen Häkchen am Ende zum Festhalten an den Gespinstfäden, und dann ziemlich glatt, im anderen Fall, besonders bei den in Pflanzenteilen eingebetteten, auf der Rückenhälfte der Abdominalsegmente mit Querreihen scharfer Dornen besetzt, auf der Ventralseite mit zerstreuteren Dornwärzchen, die beim Herausdrängen aus dem Puppenlager zum Anstemmen an die Wände dienen (Abb. 180 B). Die Färbung der Puppen schwankt zwischen blaßgelb, gelbbraun, dunkelbraun bis schwarz, bisweilen sind die Flügelscheiden lange Zeit hindurch heller, durchscheinend oder grünlich" (Kennel).




Abb. 180. Tortriciden-Puppen, A von *Tortrix*, B von *Phalonia* (mit Dörnchen an den Abdominalsegmenten). Nach Kennel.

Die Eier der Wickler sind flach, bikonvex oder plankonvex, von rundem oder ovalem Umriß und meist grünlich oder grünlichgrau von Farbe. Sie werden meist einzeln, selten mehrere zusammen abgelegt, entweder an die Nahrungspflanze angeklebt oder mit Hilfe einer ausstreckbaren Legeröhre in Ritzen oder Spalten derselben eingeschoben.

Die Mehrzahl der Wickler gehört zu den Dämmerungstieren, die erst kurz vor und nach Sonnenuntergang fliegen, manche aber werden viel früher beweglich und fliegen am hellen Tag und im Sonnenschein. Die Weibchen vieler Arten fliegen dagegen, obwohl sie gut geflügelt sind, wenig oder gar nicht und werden daher, zumal sie sich gern zu Boden fallen lassen, selten gefangen. In der Ruhe tragen die Falter die Flügel mehr oder weniger dachförmig, manche Arten (wie z. B. *Acalla*) sehr flach (s. Abb. 183 A, S. 221), andere steiler und manche fast um den Hinterleib gerollt.

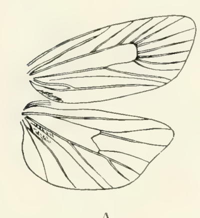
Viele Wickler haben eine einjährige Generation, manche auch eine zweijährige; auch doppelte und (in südlichen Ländern) dreifache Generation kommt vor. Die Überwinterung kann in allen Stadien stattfinden, als Imago wie als Ei, oder als Raupe, die sich im Frühjahr gleich verpuppt, oder auch als Puppe.

Die Tortriciden sind sehr artenreich; Kennel führt für die paläarktische Region ca. 1000 Arten an. Viele von ihnen kommen in Wäldern bzw. an Laub- oder Nadelholz vor. Doch nur eine verhältnismäßig kleine Zahl erlangt eine größere forstliche Bedeutung. Wir werden im folgenden im ganzen 45 Arten besprechen, die aber in forstlich-wirtschaftlicher Hinsicht durchaus nicht alle gleich zu werten sind.

* * *

Die heutige Systematik der Tortriciden baut sich vor allem auf dem Verlauf des Flügelgeäders auf. „Trotz der sehr großen Zahl der Arten," schreibt Kennel, „die man, wenn auch gewaltsam, in eine beträchtliche Menge von Gattungen geteilt hat, ist doch die Übereinstimmung so groß, daß man nur drei Unterfamilien mit einiger Berechtigung aufstellen kann, nämlich:

1. Zellhinterrand der Hinterflügel auf der Oberseite ohne besondere Behaarung:
   a) die Ader *an* der Vorderflügel erst gegen den Saum hin deutlich, cu_2 entspringt aus der Mittelzelle vor deren letztem Viertel, meist weiter basalwärts (Abb. 181 A) . . . . I. *Tortricinae*
   b) die Ader *an* der Vorderflügel fehlt ganz, cu_2 entspringt aus der Mittelzelle hinter deren letztem Viertel, selten vor demselben (Abb. 181 B) . . . . II. *Phaloniinae*


A

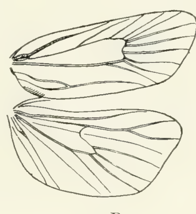

B

Abb. 181. Flügelgeäder A einer Tortricine (Vfl *an* vorhanden, cu_2 entspringt vor dem letzten Viertel der Mittelzelle), B einer Phaloniine (Vfl *an* fehlt, cu_2 entspringt hinter dem letzten Viertel der Mittelzelle). Nach Kennel.

2. Zellhinterrand der Hinterflügel oberseits mit einem Haarkamm besetzt (s. Abb. 221), Ader *an* der Vorderflügel vollständig ausgebildet III. *Epibleminae*

* * *

Übersicht der hier behandelten Arten in systematischer Reihenfolge.

I. Tortricinae.

Acalla ferrugana Tr., Birkennestwickler.
— *abietana* Hb.
— *xylosteana* L.
Cacoecia podana Scop., Eschenzwieselwickler.
— *lecheana* L.
— *piceana* L., Kiefernnadelwickler.
— *histrionana* Froel., Fichtentriebwickler.
— *murinana* Hb., Tannentriebwickler.
Pandemis ribeana Hb.
Tortrix forskaleana L., Ahornwickler.
— *politana* Hw., Kiefernsämlingwickler.
— *viridana* L., Grüner Eichenwickler.
— *loefflingiana* L.
— *viburniana* Schiff.
— *wahlbomiana* L.

II. Phaloniinae.

Diese Unterfamilie enthält keine forstlich bemerkenswerten Arten, dagegen einen der schlimmsten Weinbauschädlinge, *Clysia ambiguella* Hb. (Heu- und Sauerwurm).

III. Epibleminae.

Evetria duplana Hb., Kieferntriebwickler.
— *turionana* Hb., Kiefernknospenwickler.
— *buoliana* Schiff., Kiefernknospentriebwickler.

— *sylvestrana* Curt.
— *posticana* Zett.
— *pinivorana* Zll.
— *retiferana* Wocke.
— *margarotana* H. S.
— *resinella* L., Kiefernharzgallenwickler.
Argyroploce herzyniana Tr., Großer Fichtennadelwickler.
— *lacunana* Dup.
Cymolomia hartigiana Rtzb. Gabelbindiger Fichtenwickler.
Semasia rufimitrana H. S., Rotköpfiger Tannenwickler.
— *ratzeburgiana* (Sax.) Rtzb., Rostroter Fichtenwickler.
— *nanana* Tr., Kleinster Fichtennadelmarkwickler.
— *diniana* Gu., Grauer Lärchenwickler.
— *vacciniana* Zll.
— *subsequana* Hw., Tannennadelwickler.
Asthenia pygmaeana Hb., Fichtennadelmarkwickler.
Tmetocera laricana (Zll.) Hein., Lärchennadelwickler.
Epiblema nigricana H. S., Tannenknospenwickler.
— *tetraquetrana* Hw., Birkengallenwickler.
— *penkleriana* F. R., Haselnußknospenwickler.
— *tedella* Cl., Fichtennestwickler.
— *proximana* H. S.
Laspeyresia (Carpocapsa) pomonella L., Apfelwickler.
— — var. *putaminana* Stgr.
— — *splendana* Hb., Eichelwickler.
— — var. *reaumureana* Hw.
— — *grossana* Hw., Buchelnwickler.
— — *amplana* Hb., Haselnußwickler.
Laspeyresia zebeana Rtzb., Lärchenrindenwickler.
— *pactolana* Zll., Fichtenrindenwickler.
— *grunertiana* Rtzb.
— *duplicana* Zett., Dunkelbrauner Fichtenrindenwickler.
— *coniferana* Rtzb., Schwarzer Nadelholzwickler.
— *cosmophorana* Tr., Kiefernbeulenwickler.
— *corollana* Hb., Aspenbockgallenwickler.
— *strobilella* L., Fichtenzapfenwickler.
— *illutana* H. S.
Pammene fimbriana Hw.
— *gallicolana* Zll.
— *juliana* Curt.

Übersicht der hier behandelten Tortriciden nach ihrem biologisch-forstlichen Verhalten.

A. Nadelholz.

An Fichte.

An den Nadeln.

a. Raupe befrißt die Nadel nur äußerlich, nicht minierend.

Raupen in den stark benadelten Zweigen junger Fichten und auch an den Wipfeln stärkerer Bäume, wo sie sich zwischen den Nadeln ein Gespinst machen . . . . *Argyroploce herzyniana* Tr. (S. 301)

Hierher noch *Acalla abietana* Hb. (Biologie noch wenig bekannt), *Cacoecia histrionana* Froel. (siehe unten, S. 228), *Pandemis ribeana* Hb. (selten an Fichte) und *Semasia diniana* Gu.

b. Raupe miniert die Nadeln, wenigstens zuerst, und spinnt sie dann zusammen.

1. Raupe spinnt eine größere Zahl von Nadeln (bis 16) zu einem nestartigen Gespinst zusammen, in dem reichlich Kot hängen bleibt. Hauptfraßzeit August, September. Nadeln meist nur ein Loch . . *Epiblema tedella* Cl. (S. 345)
2. Raupe spinnt nur wenige Nadeln (5—6) zusammen, Gespinst meist frei von Kot.
   a. Hauptfraßzeit Juni/Juli. Nicht selten bleiben die Knospenschuppenhauben als „Mützchen" an den Trieben hängen . *Asthenia pygmaeana* Hb. (S. 333)
   b. Fraß Mai. Nadel nahe der Basis ein einziges mit Gespinst ausgekleidetes Loch, vor dem sich ein kleines Kothäufchen befindet. Mit Vorliebe an Hecken . . . . *Semasia nanana* Tr. (S. 309)

   Hierher noch die seltenere *Cymolomia hartigiana* Rtzb., die ebenfalls in Nadeln miniert (mit einem Loch) und diese zusammenspinnt. Die Knospenschuppen bleiben bisweilen als Mützchen an den Trieben hängen (wie bei *Asthenia pygmaeana* Hb.).

An Knospen und jungen Trieben.

Fraß zunächst in einem Gespinst zwischen vorjährigen Nadeln, später, wenn die neuen Triebe hervorbrechen, fressen die Raupen diese an (oft noch unter den anhängenden Ausschlagschuppen, so daß die Triebe oft an einer Seite bis auf den Stengel abgefressen werden und sich krumm biegen). Die Fraßstelle immer mit einem röhrigen Gespinst ausgekleidet . . . *Cacoecia histrionana* Froel. (S. 228)
Fraß in den starken Endknospen der Zweige junger, kräftiger Fichten von 20 bis 50 Jahren (auch ältere), wo die Raupe an der einen Seite des Triebes gegen die Spitze hin ein tiefes Loch in die dichte, weiche Masse der zarten, jungen Nadeln frißt. Die Knospenschuppenhauben bleiben oft noch lange an dem sich weiter entwickelnden Trieb hängen . . . . *Semasia ratzeburgiana* (Sax.) Rtzb. (S. 307)

Hierher auch *Semasia diniana* Gu. (311), im Hochgebirge ein Lärchentier, in Mittelgebirgen und in der Ebene auf Fichten vorkommend, die Maitriebe und junge Zapfen befressend.

Am Stamm oder an den Zweigen.

Raupe frißt in der Rinde der Quirlgegend vornehmlich an jungen Fichten im Alter von 10—20 Jahren. Fraßstelle schwillt gallenartig an und ist mit Harztropfen und schnupftabakähnlichen Kothäufchen bedeckt . *Laspeyresia pactolana* Zll. (S. 361)
Raupe lebt in den verharzenden Wundrändern der Sommerschälungen des Rotwildes (siehe auch bei Tanne) . . . . *Laspeyresia duplicana* Zett. (S. 370)

In ähnlicher Weise lebt auch *Laspeyresia coniferana* Rtzb. (siehe auch bei Kiefer).

In Chermes-Gallen.

Bisweilen, aber selten, kommt die Raupe von *Laspeyresia pactolana* Zll. (siehe oben) auch in *Chermes*-Gallen vor, das gleiche soll auch für *Laspeyresia illutana* H. S. gelten.

In den Zapfen.

Zapfen äußerlich meist nur wenig verändert, höchstens etwas gekrümmt und mit Harzausscheidung. Keine Kotanhäufungen an den Schuppenrändern
Laspeyresia strobilella L. (S. 374)
Zapfen auch äußerlich Fraßgänge und Kot zeigend (siehe auch bei Lärche)
Semasia diniana Gu. (S. 311)

An Kiefer.

An den Nadeln älterer Pflanzen.

Raupe miniert zuerst (August/September) die Nadeln, spinnt dann einige Nadeln zusammen, um sie von innen her zu benagen. Nach der Überwinterung Fraß an den jungen Trieben . . . . *Cacoecia piceana* L. (S. 225)

An den Nadeln von Sämlingen.

Raupe befrißt die Nadeln unter reichlicher Spinntätigkeit, wodurch die Pflänzchen alle möglichen Formen annehmen . . . . *Tortrix politana* Hw. (S. 239)

In Knospen und Trieben.

Trieb im terminalen Teil ausgefressen, der sich umbiegt und herunterknickt und braun wird, während der basale Teil samt seinen Nadeln in bester Entwicklung begriffen ist. Puppe überwintert . . . . *Evetria duplana* Hb. (S. 273)

Ganz ähnliche Fraßbilder kann auch *Cacoecia piceana* L. machen, doch findet der *piceana*-Fraß zum Teil auch äußerlich an den Nadeln und der Triebrinde statt.

Trieb von der Basis her ausgehöhlt, so daß er meist abstirbt. Wo nur geringere Verletzung durch Naschfraß stattfindet, kommt es bisweilen zu Posthornbildungen *Evetria buoliana* Schiff. (S. 283)

Knospe völlig zerstört, so daß sie überhaupt nicht mehr austreibt. In der abgestorbenen Knospe im Frühjahr die Puppe . . . . . . *Evetria turionana* Hb. (S. 276)

Ähnlich wie *turionana* leben noch die selteneren *Ev. sylvestrana* Curt., *retiferana* Wocke, *posticana* Zett. und *pinivorana* Zll. (Die beiden letzteren mehr in den Seitenknospen.)

Maitriebe miteinander dicht versponnen, in diesem Gewirr von Nadeln lebt die Raupe. In Kulturen und Schonungen. Nur selten beobachtet. *Tortrix viburniana* Schiff. (S. 267)

Am Stamm oder an den Zweigen.

Raupe frißt unterhalb des Knospenquirls in der Rinde bis ins Mark, wobei sie ein Zelt aus Harz („Harzgalle") errichtet. Raupe überwintert zweimal in der Galle. Hauptsächlich an 6—10 jährigen Kiefern . . . . . *Evetria resinella* L. (S. 294)

Raupe lebt in verlassenen (und auch noch besetzten) Harzgallen der *Ev. resinella* oder in anderen Harzausflüssen der Kiefer (z. B. nach Hagelschlag), vielleicht auch in Kiefernzapfen . . . . *Laspeyresia cosmophorana* Tr. (S. 372)

Raupe lebt in verharzten, pilzkranken Teilen der Kiefer, in „Kienzöpfen" usw. (vor allem von Weimutskiefer, siehe auch bei Tanne) *Laspeyresia coniferana* Rtzb. (S. 371)

An Tanne.

An den Nadeln.

Raupe frißt die frischen Nadeln und auch die Epidermis der jungen Maitriebe, dabei ein Gespinst machend. Die abgebissenen Nadeln, die bald eine rote Farbe annehmen, bleiben zunächst noch eine Zeitlang in dem Gespinst hängen. Später, wenn das Gespinst herabgewaschen, erscheinen die befressenen Triebe völlig kahl. Meist in Alt- und Mittelhölzern.

Kopf der Raupe schwarz . . . . . *Cacoecia murinana* Hb. (S. 230)

Kopf der Raupe licht rostrot . . . . *Semasia rufimitrana* H. S. (S. 305)

Hierher auch die seltenere, auch an Fichte fressende *Acalla abietana* Hb., *Argyroploce hercyniana* Tr. (siehe bei Fichte) und *Pandemis ribeana* Hb.

Raupe miniert die Nadeln, die bald rot werden und zunächst in einem Gespinst hängen bleiben, später aber abfallen.

Hauptfraßzeit Juni/Juli . . . . *Semasia subsequana* Hw. (S. 329)

Hauptfraßzeit August bis Oktober . *Epiblema proximana* H. S. (S. 353)

Hierher vielleicht noch *Cymolomia hartigiana* Rtzb. (hauptsächlich in Fichte).

In den Knospen.

Raupe frißt in den Knospen, gewöhnlich junger 10—30 jähriger Tannen mit Vorliebe an den Gipfeltrieben. Die ausgefressenen Knospen sind mit Kotkrümeln und weißen Gespinsten bedeckt . . . . *Epiblema nigricana* H. S. (S. 342)

Am Stamm und an Zweigen.

Raupe lebt in harzreichen Astanschwellungen der Tanne, vor allem in den sog. Tannenkrebsen

Laspeyresia duplicana Zett. (S. 370) und (seltener) *coniferana* Rtzb. (S. 371).

In den Zapfen.

Evetria margarotana H. S. (S. 294) und *Laspeyresia illutana* H. S. (S. 377).

An Lärche.

An den Nadeln.

Raupen fressen die Nadeln, die sie vorher zu einem Trichter zusammenspinnen. Hauptsächlich in den Tiroler und Schweizer Alpen. *Semasia diniana* Gu. (S. 311)

Hierher noch *Tmetocera laricana* (Zll.) Hein., die ganz ähnlich lebt, aber bis jetzt nur einmal (im Taunus) in stärkerer Vermehrung beobachtet wurde.

Am Stamm und an den Zweigen.

Vorzugsweise an jungen 4—10 jährigen Lärchen. Raupe frißt in der Rinde, meist an Astwinkeln, und erzeugt dadurch Harzausfluß und Anschwellung (Galle), die im 2. Jahr (Generation ist zweijährig) bis zur Kirschengröße heranwächst

Laspeyresia zebeana Rtzb. (S. 358)

Vorzugsweise an stärkeren, etwa 30 jährigen Stämmen. Raupe an verletzten Stellen des Stammes in den Überwallungen der Wundränder oder unter der Ansatzstelle von abgestorbenen Ästen . . . . *Laspeyresia grunertiana* Rtzb. (S. 368)

B. Laubholz.

An Blättern (und Blattknospen).

An Eiche: *Tortrix viridana* L. (S. 243), *Tortrix loefflingiana* L. (südlich) (S. 266), *Acalla ferrugana* Tr. (nur gelegentlich an Eiche) (S. 220), *Cacoecia xylosteana* L. (S. 224).

An Birke: *Acalla ferrugana* Tr. (Raupen spinnen kleine Raupennester) (S. 220), *Tortrix wahlbomiana* L. (S. 268).

An Buche: *Acalla ferrugana* Tr. (S. 220), *Cacoecia podana* Scop., besonders am Aufschlag (S. 224), *Argyroploce lacunana* Dup., am Aufschlag (S. 302), *Tortrix wahlbomiana* L. (S. 268).

An Ahorn: *Tortrix forskaleana* L. (S. 238).

An Esche: *Cacoecia podana* Scop., Raupen zwischen den Blättern des Endtriebes, den sie vernichten (S. 224).

An Haselnuß: *Epiblema penkleriana* F. R. (S. 344).

In Blattgallen und Zweiganschwellungen.

Raupe erzeugt durch ihren Fraß Zweiganschwellungen am Grund eines Seitensprosses von Birke und Erle . . . . . *Epiblema tetraquetrana* Hw. (S. 343)

Raupe lebt in den von *Saperda populnea* erzeugten Zweiggallen an Aspen

Laspeyresia corollana Hb. (S. 374)

Raupe lebt in Cynipiden-Gallen an Eiche

Pammene gallicolana Zll. (S. 377) und *fimbriana* Hw. (S. 377)

In den Früchten.

In Eicheln: *Laspeyresia splendana* Hb. (S. 356) und *amplana* Hb. (S. 358), *Pammene juliana* Curt. (S. 377).

In Bucheln: *Laspeyresia grossana* Hw. (S. 357) und *amplana* Hb. (S. 358), *Pammene juliana* Curt. (S. 377).

In Haselnüssen: *Laspeyresia grossana* Hw. (S. 357) und *amplana* Hb. (S. 358).

In Walnüssen: *Laspeyresia pomonella* var. *putaminana* Stgr. (S. 356).

In Eßkastanien: *Laspeyresia splendana* var. *reaumurana* Hb. (S. 357), *Pammene juliana* Curt. (S. 377) und *fimbriana* Hw. (S. 377).

An Heidelbeere.

Semasia vacciniana Zll. (S. 328). Raupe befrißt die Blätter.

1. Unterfamilie: *Tortricinae.*

Wickler ohne Behaarung der hinteren Mittelader der Hinterflügel. — Vorderflügel mit einem gegen den Saum hin deutlich erhaltenen Rest von Ader *an*. Ader cu_2 entspringt aus der Mittelzelle vor deren letztem Viertel (Abb. 182). — In der Ruhe tragen die Falter die Flügel meist ganz flach übereinandergeschoben (s. Abb. 183 A); jedenfalls am wenigsten steil dachförmig unter allen Wicklern. Die Raupen leben gewöhnlich zwischen zusammengerollten oder versponnenen Blättern und verpuppen sich meist in der Raupenwohnung.

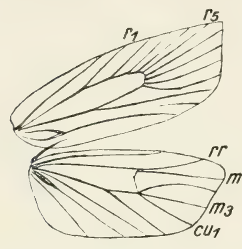


Abb. 182. Flügelgeäder von *Acalla*. Nach Kennel.

Spuler führt für Europa 16 Gattungen auf, von denen wir hier nur vier zu berücksichtigen haben: *Acalla* Hb., *Cacoecia* Hb., *Pandemis* Hb. und *Tortrix* L.

Gattung Acalla Hb.

Das charakteristische Merkmal der Gattung *Acalla* ist, daß auf den Vorderflügeln alle Äste von *r*, auch r_5, in die Costa ziehen, was bei keiner anderen Gattung der Fall ist. Hinterflügel *rr* und m_1 dicht beisammen aus der Ecke der Zelle entspringend, m_3 und *cu* aus einem Punkt oder gestielt (Abb. 182).

Vorderflügel auffallend trapezoid, Costa an der Basis gewöhnlich stark gebogen, weiterhin gerade oder sogar etwas eingebogen, selten schwach gekrümmt. Saum ziemlich steil, geschwungen, Spitze gerundet oder spitz vortretend; auf der Fläche häufig Büschelchen aufgeworfener Schuppen, meist die Ränder der dunklen Zeichnung begleitend oder andeutend. Hinterflügel stark seidenglänzend, durchscheinend mit langen Fransen gegen den Analwinkel hin.

Die meisten *Acalla*-Arten treten in zwei Generationen auf, einer gewöhnlich individuenarmen Sommer- und einer reichlichen Herbstgeneration.

Die Gattung *Acalla* hat eine sehr weite Verbreitung, vor allem in den gemäßigten und nördlichen Teilen des paläarktischen Faunengebietes. Bei Spuler sind 39 europäische Arten angeführt, von denen nur zwei als forstlich interessierend genannt zu sein verdienen.

Acalla ferrugana Tr.

Birkennestwickler.

Taf. II, Fig. 1.

Falter: Die Färbung der Vorderflügel bleich ockergelb bis zimtbraun, mitunter dunkelbraun, mit feinen dunklen Querwellen. Zeichnung sehr variabel, bisweilen 3 dunkle Makeln an der Costa *(v. tripunctana* Hb.) oder an deren Stelle eine einzige rhomboide Makel *(v. rubidana* H. S.) usw. Spannweite 14—18 mm.

Raupe: Erwachsen 14 mm lang und schön hellgrün gefärbt, ohne Zeichnung, höchstens heben sich die borstentragenden glänzenden Warzen von dem matten Grund als helle Pünktchen etwas ab. Im mittleren Alter ist die Färbung mehr graugrün und in der Jugend ganz unbestimmt etwas fahl hellbräunlich. Sämtliche stark chitinisierten Teile glänzend schwarz (Baer).

Puppe: Länge 8 mm, heller oder dunkler braun, Analsegment in 2 kräftige, ventralwärts gekrümmte Haken auslaufend.

Willkomm teilte (1860) Ratzeburg mit (siehe W. 416), daß *ferrugana* im Revier Wermsdorf (Sachsen) einen über ca. 8 ha sich erstreckenden

Kahlfraß an 7 jährigen Eichen ausgeführt habe und veröffentlichte später (1863) eine Schilderung darüber, die Nitsche übernahm. Baer (1910) wies nun darauf hin, daß hier eine Verwechslung vorliegen dürfte und daß jener Fraß, wenigstens in der Hauptsache, auf einen anderen Schmetterling, einen Zünsler, *Acrobasis consociella* Hb., zurückzuführen sein dürfte[1]). — *Acalla ferrugana* ist in erster Linie ein Birkenbewohner, worauf übrigens schon Altum hingewiesen hat (F. 176), erst in zweiter Linie Eicheninsekt, und kommt außerdem auch noch auf anderen Laubhölzern vor *(Fagus, Populus tremula, Prunus cerasus, Pyrus communis).*

Die Raupen spinnen die Blätter an Birkenzweigen zu kleinen Raupennestern zusammen, ähnlich denen von *Acrobasis* oder den Winternestern des Goldafters an Eiche. „Bald sind nur die einzelnen Blätter ober- oder unterseits entweder einfach schotenförmig, meist aber gleichzeitig von der Spitze her zusammengezogen, seltener auch ganz unregelmäßig knäuelförmig, bald sind mehrere Blätter und dann in der letzteren Weise zusammengesponnen.“ Gegen Ende des Fraßes sind die Blätter von innen her so ausgenagt, daß sie keine Spur von Blattgrün zeigen und die Nester fast farblos durchscheinend sind oder bräunlich; gewöhnlich sind sie von breiten Gespinststraßen überzogen, die besonders in den Winkeln der Blattstiele und Zweige

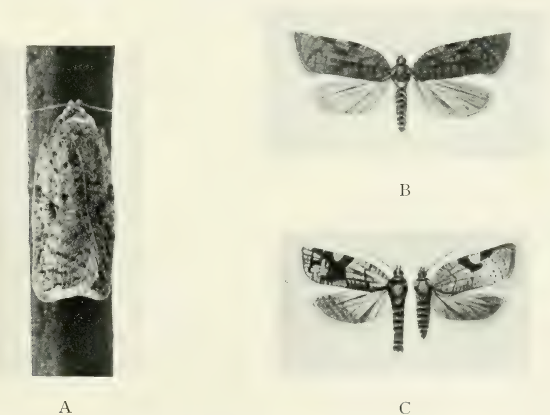


Abb. 183. Der Birkennestwickler, *Acalla ferrugana* Tr. A sitzend an einem Birkenzweig, B und C verschiedene Färbungstypen. B u. C $2^1/_2\times$.

[1]) Baer nimmt an, daß Willkomm (1863) bei der Abfassung der Beschreibung der Raupe die von *Acrobasis consociella* Hb. vor sich hatte, daß er aber andererseits zweifellos auch Falter von *ferrugana* aus den Nestern zog, daß also in dem von ihm beobachteten Fraß (in Wermsdorf) die beiden, Zünsler und Wickler, teilgenommen haben. Die Blattnester der beiden Arten an Eiche dürften wohl große Ähnlichkeit haben. „Zwingerte Willkomm zur Zucht nur Spätsommernester ein, so mußte ihm *consociella* mit ihrer einfachen Generation entgehen, und es bleibt die Wahrscheinlichkeit bestehen, daß der Frühjahrsfraß zu Wermsdorf in der Hauptsache von *consociella* herrührte und nur der 2. Fraß im Jahr auf Rechnung von *ferrugana* kommt, deren 1. Generation ja fast nie in erheblicher Zahl zu erscheinen pflegt.“

Schleier bilden. Auch das Innere der Nester ist reichlich mit dem Gespinst und dem Kot der Räupchen erfüllt. Letztere finden sich gewöhnlich zu mehreren, 2—5 Stück, darin, bewohnen aber ihre besonderen Gespinströhren, von



Abb. 184. Birkenzweige mit Blattnestern und Gespinsten von *Acalla ferrugana* Tr. Nach Baer.

wo aus sie die Blätter bis auf die Epidermis der entgegengesetzten Seite skelettieren.

Es treten zwei Generationen im Jahr auf, von denen die erste sich allerdings meist nur wenig bemerkbar macht. Die Falter der zweiten Generation überwintern unter dürren Blättern.

Baer (l. c.) berichtet über ein starkes Auftreten von *A. ferrugana* in der Dresdener Heide im Jahre 1909, wo ein anscheinend verheerender Fraß an den jungen Birken bis zur Heisterstärke sich bemerkbar machte. „Von Woche zu Woche schwand an ihnen das Blattgrün mehr und mehr und es blieben darauf nur mißfarbig bräunliche, von Gespinsten zusammengehaltene Blätterbüschel zurück, bis schließlich die Bäumchen, schon weithin sichtbar, fast kahl wie Besenreiser dastanden." Zweifellos kann der Fraß bei öfterer Wiederkehr, zumal auf geringen, dürren Sandböden, zum Absterben der Birken führen. Altum (F. 176) beobachtete *ferrugana* nicht selten an den Birken in Eberswalde, wo die Raupennester als „Knäuel von lose zusammenhängenden wie zerriebenen Blättern" auffielen; eine wirtschaftliche Bedeutung hat jedoch der Fraß dort niemals erlangt. Im bayerischen Forstamt Bodenwöhr wurden im August 1928 sämtliche Birken, die in einer Kiefernkultur eingesprengt waren, von *ferrugana* kahlgefressen (Escherich 1930).

Als Nadelholz-*Acalla* sei angeführt:

Acalla abietana Hb.

Vorderflügel braun bis dunkelbraun; Wurzelfeld, eine Schrägbinde und einige Aderenden vor der Spitze dunkler. Die Zeichnung stark variabel, nicht selten fehlt eine solche ganz.

Die Raupe lebt im Juni zwischen den Nadeln von Fichte und Tanne; Falter fliegt von August ab und überwintert. Nähere Beobachtungen über diese Nadelholz-*Acalla* sind sehr erwünscht.

Gattung Cacoecia Hb.

Die Gattung *Cacoecia* ist hauptsächlich dadurch charakterisiert, daß die ♂♂ einen mehr oder weniger großen Umschlag der Costa nach oben haben (Abb. 185). Derselbe beginnt bald unmittelbar an der Basis, bald erst in einiger Entfernung davon; in beiden Fällen kann er lang sein und fast bis zur Mitte der Costa reichen, oder bedeutend kürzer, breiter oder schmäler, bis er sich auf eine sehr schmale Umrollung einer Strecke der Costa reduziert. Der Costalumschlag ist öfter mit Silberglanz austapeziert oder mit langen Haarschuppen (als ausbreitbare Pinsel usw.) besetzt. Ader r_5 geht in den Saum, r_4 und r_5 nahe beisammen entspringend, doch meist getrennt, seltener gestielt. Die Fühler des ♂ in den letzten zwei Dritteln gesägt. Flügelschnitt verschieden: die Spitze kann gerundet vorgezogen, der Saum sehr steil und bauchig geschwungen sein, oder aber schräg und flach gebogen.

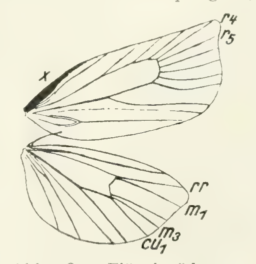


Abb. 185. Flügelgeäder von *Cacoecia podana* ♂. *x* Costalumschlag.

Die Raupen leben meist zwischen zusammengesponnenen oder gerollten Blättern bzw. Nadeln, wo sie sich gewöhnlich auch verpuppen. Die meisten Arten haben 1 Generation, von einigen werden 2, selbst 3 Generationen angegeben. Bei vielen Arten überwintert die Raupe. In Europa 13 Arten. Forstlich sind in unserem Faunengebiet 4 Arten beachtenswert, von denen 1 auf Laubholz und 3 auf Nadelholz vorkommen.

Cacoecia podana Scop.

Eschenzwieselwickler.

Nitsche: *Tortrix podana* Scop. — Wolff-Krauße: *Cacoecia podana* Scop.

Taf. II, Fig. 2.

Falter: Vorderflügel beim ♂ lebhaft hell kastanienbraun, fast ganz ohne Querwellen, mit dunkler, basalwärts weiß abgegrenzter Schrägbinde, im Wurzelfeld mit einem dunklen weißumsäumten Schrägfleck, beim ♀ einfarbig, graubraun, stark quergewellt und durch die dunklen Adern im Saumfeld gegittert. Spannweite 19—26 mm (Abb. 186).

Raupe grün mit rotbraunem Kopf und Nackenschild, letzteres schwarz gerandet; oder auch glänzend grüngrau, Kopf schwarz, Nackenschild schwarzbraun, nach vorne mehr blaßbraun, Analklappe schwarz.



Abb. 186. *Cacoecia podana* Scop. (Eschenzwieselwickler). 2×.

Eine sehr polyphage Art, die an den meisten Laubhölzern und auch an Nadelholz lebt. In der forstentomologischen Literatur wurde sie zum erstenmal von Altum (1888) genannt, und zwar als Zerstörerin des Buchenaufschlages. Die Raupe befrißt hierbei nicht die Spitzenblätter der Plumula, sondern die tiefer untenstehenden, die sie unregelmäßig zerfrißt und leicht zusammenzieht. Auch Ziegenmeyer (Verhdl. Hils-Solling-Forst-Vereins 1890. S. 29) hat Ähnliches beobachtet, während Borgmann (1893) die Raupe an Eschen zwischen den Blättern des Endtriebes eingesponnen fand, den sie vernichtete. Der Fraß führte dadurch zur Zwieselbildung, weshalb Borgmann die Art als „Eschenzwieselwickler" bezeichnete.

Neben *podana* fand Borgmann an Eschen vereinzelt noch eine andere *Cacoecia*-Art:

C. lecheana L. (Vorderflügel goldbraun mit bleiglänzenden Linien). Die Raupe beschreibt Borgmann wie folgt: „Schmutzig grüngelb mit behaarten dunklen Wärzchen. Kopf und Nackenschild schwarz, letzteres nach vorne hell von der Körperfarbe." Nach Kennel sind aber die Wärzchen des *lecheana*-Räupchens weißlich, und ist der Kopf gelbbraun schwarz gesäumt, der Nackenschild gelb, seitlich mit schwarzem Strich. Danach ist es nicht ausgeschlossen, daß Borgmann ein anderes Tier vor sich hatte. Die von diesem beobachtete Raupe lebte „im zusammengefalteten Eschenblatt in einem watte- oder seidenartigen Gewebe".

Cacoecia xylosteana L.

Falter: Die Grundfarbe der Vorderflügel (Abb. 186 A) beim Männchen gelblichbraun, die dunklen Zeichnungen mit schmaler heller Umrahmung. Die Zeichnungen gelblich kastanienbraun; am dunkelsten ist gewöhnlich der Dorsalfleck. Die Schrägbinde an der Costa beginnend, wurzelwärts fast gerade begrenzt und nur saumwärts verbreitert, mit einem schwärzlichen Zahn an der Querader. Praeapicalfleck ziemlich breit, gegen die Verlängerung nach dem Tornus zu stark eingeengt, oder als rechteckiger Fleck ganz abgetrennt. Flügelspitze am Saum entlang verdunkelt. Die Fransen daselbst ebenfalls dunkler mit breiter Teilungslinie. Hinterflügel braungrau mit graugelblichen Fransen. Beim Weibchen ist die Grundfarbe mehr grau, wodurch die braunen Zeichnungen schärfer hervortreten, ebenso auch die gelblichen Umrandungen derselben. Spannweite 19—22 mm.

Raupe weißlichgrau oder blaß grünlich oder dunkelgrüngrau. Kopf, Nackenschild und Analklappe schwarz oder schwarzbraun.



Tortriciden ⟨Wickler⟩ I

v. Kennel del.

1 Acalla ferrugana *Tr.* 1a u. b ♂ u. ♀ Varietät. 2a u. b Cacoecia podana *Sc.* ♀ u. ♂. 3a u. b C. piceana *L.* ♀ u. ♂. 4 C. histrionana *Froel.* ♀. 5 C. murinana *Hb.* ♀. 6 Pandemis ribeana *Hb.* ♀. 7 Tortrix forskaleana *L.* ♀. 8 T. politana *Hw.* ♀. 9 T. viridana *L.* ♂. 10 T. loeflingiana *L.* ♂. 11 T. viburniana *Schiff.* ♂. 12 T. wahlbomiana *L.* ♀. Vergr. 2½mal.

Der über den größten Teil von Europa bis Ostasien verbreitete Falter fliegt bei uns von Ende Juni bis Anfang August. Die Eier überwintern, und die Raupe frißt im Mai und Juni an allen möglichen Pflanzen. Zu den bevorzugten Fraßpflanzen gehört die Eiche; sodann hat man die Raupe gefunden auf *Sorbus aucuparia, Prunus, Pyrus, Lonicera, Tilia, Rubus fructicosus, Acer, Salix caprea, Fraxinus, Myrica* und selbst an *Hypericum*. Die der *viridana* täuschend ähnliche Raupe verfertigt gewöhnlich richtige Wickel, in denen sie lebt, frißt und sich auch verpuppt.

In manchen Gegenden scheint *xylosteana* immer häufiger zu werden und *Tortrix viridana* zu verdrängen. Die Blattwickel von *xylosteana* an Eiche mögen gelegentlich mit den Wickeln von *viridana* verwechselt werden. Jedenfalls verdient *xylosteana* die Aufmerksamkeit der Forstentomologen.



Abb. 186 A. Oben Männchen, unten Weibchen von *Cacoecia xylosteana* L. $2^1/_2\times$. Aus Kennel.

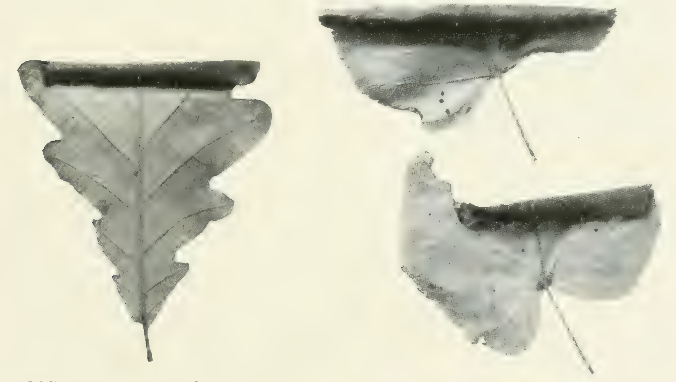


Abb. 186 B. Blattwickel der Raupe von *Cacoecia xylosteana* L. Links von Eiche, rechts von Linde.

Cacoecia piceana L.

Kiefernnadelwickler.

Ratzeburg: *Tortrix piceana* L. (Nadelwickler). — Altum: *Tortrix piceana* L. — Nitsche: *Tortrix (Cacoecia) piceana* L. — Wolff-Kraußе: *Cacoecia piceana* L.

Taf. II, Fig. 3.

Falter in beiden Geschlechtern sehr verschieden. Vorderflügel am Grunde verbreitert, so daß Vorder- und Innenrand fast parallel sind. ♂: Grundfarbe der Vorderflügel bläulich veilrot. An der Wurzel ein rotbrauner, veilgrau gesäumter und gegen die Costa veilgrau ausgefüllter Innenrandfleck. Dahinter eine schräge,

saumwärts in zwei langen Zacken vorspringende, rotbraune, gesäumte Schrägbinde. Am Vorderrande ein langer rotbrauner Dreiecksfleck, am Saum ein unregelmäßig eckig gestalteter, großer, rotbrauner Fleck. Fransen gelbgrau, nach der Flügelspitze zu dunkler. Hinterflügel graubraun. Spannweite 22 mm.

♀ bedeutend größer. Vorderflügel von ockergelber oder bräunlicher Grundfarbe, überall stark, aber sparsam rotbraun gegittert, meist eine schräge Querbinde und eine Zeichnung vor dem Saume besonders deutlich rotbraun ausgeprägt. Hinterflügel graubraun mit rostgelb überflogener Spitze. Spannweite 25 mm.

Raupe mit schwarzem oder rotbraunem Kopf, braunem, geteiltem Nackenschilde und gelblichgrüner Afterklappe. Leib in der Jugend hell grasgrün, hell rostrot behaart, ausgewachsen schmutzig bräunlichgrün. Verteilung der haartragenden Wärzchen wie gewöhnlich. Länge bis 22 mm.

Puppe hellgelb mit abgeplattetem Aftergriffel und mit Hakenborsten, 12 beim ♂, 8 beim ♀.

Die geographische Verbreitung ist sehr groß und erstreckt sich über Mitteleuropa, Skandinavien, Ostseeprovinzen bis Nordasien (vielleicht bis Japan), Norditalien, Sardinien.

Als Fraßpflanze der Raupe werden Kiefer, Fichte, Tanne (Wachtl 1882), Lärche und Wacholder angegeben. Ratzeburg führt außerdem noch die Schimmelfichte *(Picea alba)* an. Stark bevorzugt wird aber zweifellos die Kiefer, so daß wir *piceana* in der Hauptsache zu den Kieferninsekten rechnen dürfen.



Abb. 187. *Cacoecia piceana* L. (Kiefernnadelwickler) ♂. $2^1/_2 \times$.

Über die Bionomie von *piceana* finden sich in der forstlichen Literatur verschiedene Darstellungen: nach den einen Autoren lebt die Raupe in den Trieben nach Art der Kieferntriebwickler, nach anderen ist sie eine Nadelfresserin, wieder nach anderen ist sie beides, Nadel- und Triebfresserin. Da an der Genauigkeit der Beobachter nicht zu zweifeln ist, so scheint sich die Lebensweise tatsächlich in verschiedenen Formen abzuspielen. In Schweden lebt die jüngste Raupe minierend in Kiefernnadeln (nach Art der *Coleophora*-Raupen), jedoch schon bald spinnt sie zwei oder mehrere Nadeln zusammen, um diese von der Innenseite her zu befressen. Die Larve überwintert in einer aus 6—8 Nadeln gefertigten Röhre und greift im nächsten Frühjahr die jungen Nadeln an (Trägårdh 1915). Das andere Extrem stellen die Fälle dar, in denen die Raupe in dem Mitteltrieb junger Kiefern frißt, der sich infolgedessen nur kümmerlich entwickelt und gegen Ende des Fraßes, etwa anfangs Juni, abstirbt (Altum).

Der gewöhnliche Ablauf der Bionomie, wenigstens in unseren Gegenden, ist nach Ratzeburg, Eckstein und vor allem Baer (1909) folgender:

Bioformel: $\frac{67 - 8{,}5}{6 + 67}$

Die Flugzeit erstreckt sich von Mitte Juni bis Ende Juli; die Eiablage findet an den Nadeln statt. Das Jungräupchen miniert zuerst

und spinnt dann einige Nadeln zusammen, um sie von innen her zu benagen; es überwintert auch hier. Im Mai und Juni des nächsten Jahres sieht man die Raupe in einem leichten Gespinstrohr an den noch zarten, jungen Trieben, meist mehrere durch Fäden aneinander heftend, wie sie die hervorbrechenden Nadeln sowie teilweise auch die weiche Triebachse selbst verzehrt und eventuell dabei auch in dieselbe sich einbohrt. Die Verpuppung findet am letzten Fraßort statt, und zwar Anfang bis Mitte Juni.

Die Hauptfraßpflanze der *piceana*-Raupe ist, wie schon betont, die Kiefer, nur auf ihr erlangt sie auch eine forstliche Bedeutung, vor allem durch den Triebfraß. Dessen Wirkungen an der Kiefer sind sehr auffallend und erinnern ganz an die Wirkung des Fraßes der Raupe von *Evetria duplana* Hb., mit dem er leicht verwechselt werden kann und sicher-



Abb. 188. Kiefernzweige mit dem Fraß von *Cacoecia piceana* L. Die Enden der jungen Maitriebe hängen wie abgeknickt welk und gebräunt herunter, während der basale Teil des Triebes samt Nadeln in bester Entwicklung begriffen sind. Nach Baer.

lich auch oft verwechselt wird. Die Enden der jungen Maitriebe, deren Nadeln kaum aus den Scheiden hervorgebrochen waren, hängen wie abgeknickt welk und gebräunt herunter, während der basale Teil der Triebe samt den Nadeln in bester Entwicklung begriffen sind (Abb. 188)[1].

[1]) Zur Differentialdiagnose weist Baer (l. c.) darauf hin, daß ganz ähnliche Bilder auch durch Hagelschlag hervorgerufen werden können. Hier führen uns das Fehlen der charakteristischen Fraßspuren sowie andere Hagelbeschädigungen zur richtigen Diagnose. Bei *duplana*-Fraß ist die Achse des Endteiles des in Entwicklung begriffenen Triebes ausgefressen, während der *piceana*-Fraß wenigstens teilweise außen an den Nadeln und der Triebrinde stattfindet.

Cacoecia histrionana Froel.

Fichtentriebwickler.

Taf. II, Fig. 4.

Ratzeburg: *Tortrix (Sciaphila) histrionana* Fröl. *(partim!)* Ziegenmelkerfarbiger Fichtenwickler. — Altum: *Tortrix histrionana* Frl. — Nitsche: *Tortrix histrionana* Fr. — Nüßlin-Rhumbler: *Tortrix (Cacoecia) histrionana* Fr. — Wolff-Krauße: *Cacoecia histrionana* Fr.

Falter: Grundfarbe der Vorderflügel hell weißlich bis gelblich aschgrau mit bräunlichen Wellenlinien und dunkel schwarzbraunen, oft rostfarbig angelegten Zeichnungen. Die Schrägbinde ist hell unterbrochen. Saumlinie dunkel punktiert, die Fransen grau oder bräunlich. Hinterflügel dunkel braungrau, Fransen weißlich mit kräftiger brauner Teilungslinie. Beim ♂ sind die Vorderflügel kürzer, der Saum gerundeter, der Costalumschlag ist schmal und reicht von der Wurzel bis beinahe zur Hälfte der Costa. Spannweite 18—22 mm.



Abb. 189. *Cacoecia histrionana* Froel. (Fichtentriebwickler). 2×.

Raupe: Die junge, eben aus dem Ei gekommene Raupe ist weißgelb, der dunkelbraune Kopf ist verhältnismäßig sehr groß, indem namentlich die beiden Hemisphären sehr stark entwickelt, aber ziemlich flach sind. Der Clypeus ist etwas lichter (braun) als die Hemisphären, der Nackenschild ist licht (gelblichbraun), die Brustfüße sind lichtbraun, die Bauchfüße von Körperfarbe, die Afterklappe fast honiggelb. Der Körper ist vom dritten Segment an mit ziemlich großen, hellen Wärzchen versehen, von welchen jedes ein aufrechtstehendes, verhältnismäßig langes ($^1/_4$ mm) Börstchen trägt. Die erwachsene Raupe ist nach Spuler grasgrün,





a b

Abb. 190 A. Fraß von *Cacoecia histrionana* Froel., a im Gespinst an einem vorjährigen Trieb, b an jungen sich krümmenden Maitrieben. Nach Ratzeburg (aus Nitsche).

mit gleichfarbigen Wärzchen, der Kopf lebhaft braun, Brustfüße schwarz, Nackenschild braungrün, hinten dunkel gerandet, vorne weiß. Ratzeburg (F., p. 228) beschreibt die über $^1/_2$ Zoll lange erwachsene Raupe als etwas schmutziggrün (in der

Jugend oft rein und lebhaft grün, doch nie braun) mit schwarzem, großem Kopf- und Nackenschild. Nach Disqué (Tortriciden-Raupen der Pfalz, Iris 1905, p. 215) ist die aus der Lausitz stammende Raupe hellgrün mit braunem, manchmal schwarz gestreiftem Kopf, gelblichgrünem, unten schwarz gerandetem Nackenschild und nicht angedeuteter Afterklappe.

Puppe einfarbig rotbraun, schlank mit 8 gekrümmten Hakenborsten an dem Aftergriffel.

Die Eier sind kuchenförmig, breit elliptisch und sehr flach gewölbt. Oberfläche weiß, sehr fein punktiert und mit netzartigen Feldern.

Ratzeburgs *histrionana* umfaßt zwei Arten, von denen die eine ein ausgesprochenes Fichtentier, die andere ein monophages Tanneninsekt ist. Auf die erstere beziehen sich die Angaben in seinen Forstinsekten (Bd. II, S. 228 und 229), während die ausführliche Darstellung in der Waldverderbnis (S. 13—20) den Tannenschädling behandelt. Das Fichtentier ist *Cac. histrionana* Froel., das Tannentier *Cac. murinana* Hb. (siehe unten S. 230).



Abb. 190 B. Deformation eines Fichtentriebes infolge von *histrionana*-Fraß.

C. histrionana ist über Deutschland, Österreich und Frankreich verbreitet. Ihre Hauptnährpflanze ist die Fichte, wenn sie auch gelegentlich auf Tanne vorkommen mag (Kennel) und auch einmal (in 1 Exemplar) von Judeich von Weimutskiefer gezogen wurde. Wo verschiedene Holzarten gemischt stehen, sind solche Abweichungen nichts Außergewöhnliches.

Der Falter fliegt im Juli. Die Eiablage findet (nach Wachtl, 1882) in ähnlicher Weise wie bei *murinana* statt, d. h. in Doppelreihen auf der Nadel oder in unregelmäßigen Häufchen. Eingehendere Beobachtungen über die Eiablage (im Zuchtkäfig) und die Eientwicklung teilt Mitterberger (1910) mit: „Die Eier wurden, sämtlich dicht aneinandergereiht, in der Mitte der Glaswand in einer Ausdehnung von beiläufig 3/4 cm zusammenhängend abgesetzt. Bei oberflächlicher Betrachtung erweckt das ganze Gelege den Eindruck, als ob dasselbe nur ein mit zahlreichen kleinen Erhöhungen und Vertiefungen versehenes schleimartiges, grünes Gebilde oder ein an der Glaswand eingetrocknetes Stückchen einer Meeresalge od. dgl. (z. B. *Phycoseris* usw.) sei.

„Nach acht Tagen verfärbt sich die ganze Masse, indem das vorerst schöne Grasgrün allmählich in ein Schmutziggrün und schließlich in ein ausgesprochenes Braungrün übergeht. Nach Verfluß weiterer acht Tage kann man mit Hilfe der Lupe bereits in jedem einzelnen Ei einen großen dunklen Punkt, den Kopf des Räupchens, erkennen, der fast ein Drittel des ganzen

Eies einnimmt. Nach weiteren drei Tagen zeigt sich unter der Lupe bereits auch der Körper der Raupe. Die Raupe liegt jetzt spiralig eingerollt im Ei, und zwar derart, daß die Bauchseite des Tieres nach innen gewendet ist und der Kopf über dem Afterende ruht. Vom 11.—14. Juli desselben Jahres, und zwar stets zeitlich morgens, schlüpften die Räupchen."

Ob auch in der freien Natur das Schlüpfen schon Mitte Juli stattfindet, und ob nicht vielleicht sogar die Eier überwintern können, darüber fehlen noch Beobachtungen[1]). Man hat bis jetzt die Raupen in der Natur stets erst im Frühjahr gefunden, und zwar zunächst in einem Gespinst zwischen den vorjährigen Nadeln fressend. Später, wenn die neuen Triebe hervorbrechen, fressen sie diese oft noch unter den anhängenden Ausschlagschuppen an, so daß die Triebe oft an einer Seite bis auf den Stengel abgefressen werden und sich krumm biegen (Abb. 190 A). „Immer setzen sie dabei ihr röhriges Gespinst fort, sowie sie weiterfressen" (Ratzeburg). Die Verpuppung findet am Fraßort in dem Gespinst statt. Befallen wurden vornehmlich jüngere Pflanzen im Alter von 10—30 Jahren; als Fraßfolge können posthornähnliche Krümmungen (ähnlich wie bei *buoliana*-Fraß an Kiefer) auftreten (Abb. 190 B).

Cacoecia murinana Hb.

Ziegenmelkerfarbiger Tannentriebwickler, Weißtannentriebwickler, Grüner Tannenwickler, Tannennadelnestwickler, Schwarzköpfiger Tannenwickler.

Taf. II, Fig. 5.

Ratzeburg: *Tortrix histrionana* Rtzb. (partim), *Tortrix caprimulgana* Koch ??. — Altum: *Tortrix murinana* Hb. — Nitsche: *Tortrix (Lozotaenia* H. S.) *murinana* Hbn. — Nüßlin-Rhumbler: *Tortrix (Cacoecia) murinana* Hbn. — Wolff-Krauße: *Cacoecia murinana* Hb.

Falter: Kräftiger als die vorige Art die Flügelspitze schärfer und etwas aufgestülpt. Der Costalumschlag des ♂ ist sehr schmal, eigentlich nur eine Ausstülpung der Costa. Die Färbung der Vorderflügel düsterer als bei der vorigen Art, bräunlichgrau, viel verschwommener, mehr durch eine dichtere Häufung von Querlinien und brauner Färbung dazwischen angedeutet, im Saumfeld einige stark dunkle Querlinien. Färbung und Zeichnung sind ungemein variabel bis zum fast völligen Schwinden der dunklen Zeichnung (*var. immaculana* Wachtl). — Spannweite bis 24 mm.



Abb. 191. *Cacoecia murinana* Hb. (Tannentriebwickler). 2 ×.

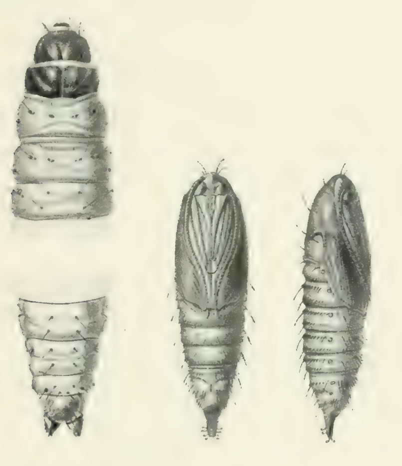
Raupe: Kopf schwarz, glänzend, mit seichten Querrunzeln. Leib oberwärts licht pistaziengrün, mit auf dem Rücken dunkel durchscheinendem Darme, an den Seiten, unten und am letzten Ringe etwas heller. Nackenschild geteilt, braunschwarz, außerdem am Ring 1 seitlich noch einige Chitinplättchen. Die haartragenden Wärzchen in gewöhnlicher Anordnung, ziemlich dunkel chitinsiert. Letzter Ring mit orangegelber, gerunzelter Afterklappe, die einige Härchen trägt. Länge bis 21 mm.

Puppe dunkelbraun mit langem und kräftigem, 8 lange Hakenborsten tragendem Aftergriffel. Länge 13 mm.

[1]) Mitterberger ist die Winterzucht der im Zwinger im Juli erhaltenen Räupchen nicht geglückt.

Eier niedergedrückt, kuchenförmig von elliptischem Umriß mit breitem, hutkrempenähnlichem Rande. Schale mit netzartiger Skulptur. Frisch gelegte Eier von der Farbe der jungen Tannennadeln, aber mit hellerem Rande. Länge 1,5 mm, Breite 1,2 mm (Wachtl).

Der Tannentriebwickler ist über Süddeutschland, Niederösterreich, die Tschechoslowakei und die Schweiz verbreitet; in seiner vertikalen Ver-



A B C

Abb. 192. A Raupe, B und C Puppe von *Cacoecia muriana* Hb. Nach Wachtl.



Abb. 193. Eigelege von *Cacoecia muriana* Hb. Nach Wachtl.

breitungsgrenze fällt er mit der Tannengrenze zusammen. Er ist ein monophages Tanneninsekt, das vornehmlich in den Kronen von Althölzern sich aufhält[1]).

Ratzeburg beschäftigt sich in seiner Waldverderbnis (S. 13—18) eingehend mit dem Tannentriebwickler, den er dort mit *histrionana* Froel. identifiziert (siehe oben).

Eine ausführliche, mit vielen Tafeln und Karten ausgestattete Monographie verdanken wir Wachtl (1882), dessen Darstellung wir hier im allgemeinen folgen.

Bioformel: $$\frac{67{,}4 - 46}{6 + 7}$$

Die Flugzeit fällt in die Monate Juni und Juli. Die Begattung scheint nachts stattzufinden. Die kuchenförmigen Eier werden (wenigstens wie aus Zwingerversuchen zu schließen ist), sich dachziegelartig deckend, auf den Nadeln der Tannen in Doppelreihen (Abb. 193) oder auf den Zweigen in

---

[1]) Nach Rimsky-Korsakow (1929) wurden im Leningrader Forstgarten *Abies balsamica, sacchalinensis arizonia* und *nobilis* stark befallen, während *Abies pectinata, nordmanniana* und *concolor* gar nicht zu leiden hatten.

Häufchen abgelegt. Sie verbleiben daselbst, bis im nächsten Frühjahr[1]) beim Ausbruche der Maitriebe die jungen Raupen ausschlüpfen und nun an den jungen Nadeln zu fressen beginnen[2]).

Die Raupen bilden nun ein röhrenförmiges, lockeres Gespinst, das sie mit dem Wachstum des Triebes verlängern. Bei schwachem Fraße ist gewöhnlich nur e i n e Raupe an jedem Triebe. Die Nadeln werden meist an der Basis abgebissen und gewöhnlich nur teilweise verzehrt, so daß ein Teil der-



Abb. 194. Älterer Fraß von *Cacoecia murinana* Hb. Die Triebe (Tanne) der drei letzten Jahrgänge sind mehr oder weniger kahlgefressen. Nach N i t s c h e.

selben in dem Gespinste hängen bleibt. Doch bleiben, wie sich N i t s c h e überzeugte, mitunter auch Nadelstummel stehen. Auch die Epidermis der

[1]) Von B u k (siehe R a t z e b u r g) wurde berichtet, daß einmal ein E i - häufchen bereits im Juli ausgeschlüpft sei. Jedenfalls ein ganz vereinzelt dastehender Fall, wenn nicht überhaupt eine Verwechslung vorgelegen hat.

[2]) Die Angaben, daß anfänglich die Knospen angefressen werden, beruht wahrscheinlich auf einer Verwechslung mit dem Fraße von *Epiblema nigricana* H. S. (siehe weiter unten).

jungen Triebe wird häufig benagt, so daß diese, je nachdem die Beschädigung an der Basis oder an der Spitze stattgefunden hat, entweder sich krümmen oder oben absterben (Abb. 195 A). Allmählich (oft auch ganz plötzlich) nehmen die abgebissenen Nadeln eine intensiv rote, späterhin braune Farbe an. Die Zweige erscheinen dann bei starkem Fraße wie mit dünnen Gardinen überzogen, in denen die trockenen Nadeln hängen. Im Laufe des Sommers gehen die Gespinste durch Witterungseinflüsse verloren und die betreffenden Triebe erscheinen kahl. Da diese sich nie wieder benadeln und auch die Raupen nur junge Nadeln fressen, so kann man später nach der Anzahl der entnadelten Triebe bestimmen, wieviel Jahre hintereinander der Fraß gedauert hat.

Die Verpuppung erfolgt nach Wachtl ausschließlich in der Bodenstreu und der Moosdecke, wohin sich die Raupen an Gespinstfäden herunter-



Abb. 195. A eine durch *Cacoecia murinana* Hb., fast ganz entnadelte Zweigspitze (Tanne) mit den durch den Fraß bewirkten Krümmungen und den noch daran durch Gespinstfäden befestigten Nadelresten. Daneben noch ein etwas vergrößertes Stück, an welchem man die durch die Raupe in die Rinde gefressenen Stellen sieht. — B Stück eines von *C. murinana* Hb. kahlgefressenen Tannentriebes mit den kurzen, stehengebliebenen Nadelstumpen. A nach Ratzeburg, B Original.

lassen. In stark befallenen Orten geht dann mitunter ein förmlicher Raupenregen nieder. Andere Autoren geben allerdings an, daß die Verpuppung in den Gespinsten am Fraßort stattfindet; so bemerkt Koch (1859) ausdrücklich: „Diejenigen Raupen, welche zur Verpuppung an den Zweigspitzen keine passende Unterkunft finden, verpuppen sich zwischen den Nadeln der älteren Triebe, zwischen welchen man Puppen mit der Afterspitze angeheftet findet." Und Fankhauser (1893) führt an, daß die Verpuppung von *murinana* bei den von ihm beobachteten Kalamitäten ausnahmslos an den Zweigen stattfand (im Gegensatz zu *rufimitrana*, die sich stets im Boden

verpuppte). Fankhauser hat trotz allen Suchens niemals eine *murinana*-Puppe am Boden entdecken können, dagegen aber fand er „recht zahlreich ganz lose eingesponnen an den Zweigen hoch oben in der Krone befallener Tannen, teils an den befressenen jüngsten Trieben, teils zwischen älteren Nadeln, und zwar vorzugsweise gesunde, nicht von Schlupfwespen angestochene Individuen"[1]).

Im allgemeinen werden nur Alt- und Mittelhölzer befallen, bei größerer Vermehrung und der damit Hand in Hand gehenden größeren Verbreitung werden jedoch auch die Stangenhölzer nicht immer verschont. Jungwüchse und der im Hochholz zumeist vorhandene Unterwuchs haben dagegen weniger zu leiden, indem sie direkt von den Wicklern nicht angegangen werden. Dagegen können herabgewehte Raupen auch auf den Jungwüchsen ihren Fraß fortsetzen, und es werden daher mitunter auch die Ränder von Schonungen, die an befallene Althölzer grenzen, angegangen.

Die Wickler sind also normalerweise Bestandsverderber. Solange einzelne Raupen fressen, beschränkt sich ihr Angriff nur auf die Gipfelpartie der Bäume, und zwar hauptsächlich auf diejenigen Äste, welche in der Peripherie derselben gelegen sind. Bei größerer Vermehrung der Raupen befallen sie außerdem auch noch die mehr im Innern der Gipfel befindlichen und auch tiefer stehenden Äste, während bei massenhaftem Auftreten der Fraß über die ganzen Baumkronen sich ausdehnt und dann selbst die am tiefsten stehenden Äste davon nicht verschont werden. Daß auch ältere Nadeln befressen werden, gehört zu den seltenen Ausnahmen (Ratzeburg, W. 18).

Was die Folgen des Fraßes betrifft, so stellten frühere Beobachter eine düstere Prognose quoad vitam des befallenen Waldes; meinten doch Koch (1863) und Schulze (1862), daß der Wicklerfraß allein genüge, um ganze Bestände bei mehrfacher Wiederholung zu töten. Doch haben die späteren Beobachtungen dies nicht erkennen lassen. Vielmehr hat der Fraß in den siebziger Jahren bewiesen, daß ältere Stämme „auch einen selbst häufiger wiederkehrenden Fraß zu ertragen vermögen, ohne deshalb einzugehen" (Wachtl, Fankhauser). Dagegen verursacht die Zerstörung der assimilierenden Organe einen Zuwachsverlust, der recht beträchtlich werden kann. Hepp (1883) fand, daß in Württemberg bei länger andauerndem Fraß die letzten sechs Jahresringe nur 11 mm, die vorhergehenden dagegen 19 mm maßen[2]). Ratzeburg

---

[1]) Fankhauser glaubt noch aus einer anderen Beobachtung auf die regelmäßige Verpuppung oben auf den Zweigen schließen zu dürfen: „Die Annahme, daß die Verpuppung von *murinana* nur ausnahmsweise im Boden erfolgte, dürfte übrigens durch die von Wachtl mitgeteilten Beobachtungen selbst bestätigt werden. Es muß nämlich auffallen, daß bei Untersuchungen des Kropf- und Mageninhaltes von Zaunkönig, Eichelhäher, Buchfink und Ringeltaube sich zahlreiche Puppen von *murinana*, nie aber solche von *rufimitrana* vorfinden. Warum hätten diese Vögel, wenn sie jene Puppen wirklich in der Bodendecke oder gar in der obersten Erdschicht sammelten, stets nur das eine Insekt angenommen, während doch, wie die im Kropf und Magen des Mönchs, der Tannenmeise, der Misteldrossel usw. vorgefundenen Raupen von *rufimitrana* beweisen, auch diese Art vorhanden war?"

[2]) Nach Fankhauser (1893) wird Zuwachsverlust nicht nur durch die Minderung der Blattmenge bedingt, sondern auch durch die nachteilige Einwirkung auf die Bodentätigkeit, welche die Lichtung des Kronendachs für eine Reihe von Jahren zur Folge haben muß, um so mehr, als ja reichliche Bodenfeuchtigkeit eine Hauptbedingung für das gute Gedeihen der Tanne ist.

(W. S. 19) allerdings konnte, wenigstens im Fraßjahr selbst, nur an schwächeren Zweigen eine merkliche Abnahme feststellen, während er an den Stämmen nirgends eine bedeutende Ringschwächung mit Sicherheit erkennen konnte; er führt dies „auf die wirksame Tätigkeit der Altnadeln, welche ja nicht angegriffen werden", zurück.

Wo die Triebe selbst eingehen, also auch die Endknospen abgetötet sind, können als Fraßfolge Verzweigungsstörungen der Krone hinzutreten.

Aus Wachtls und anderer Beobachtungen ergibt sich, daß es ein großer wirtschaftlicher Fehler wäre, allzu schnell mit der Axt zur Hand zu sein. Allerdings werden mehr oder weniger ausgiebige Durchforstungen nach länger dauerndem Fraß nicht ausbleiben, da sich dann zweifellos sekundäre Insekten, wie *Ips curvidens, Pissodes piceae* und andere einstellen werden. Auf ihre Bekämpfung wird das Hauptaugenmerk zu richten sein.

Die Erkennung des *murinana*-Fraßes bietet keine Schwierigkeiten. Die braune Färbung der Endtriebe bzw. der Kronen redet eine deutliche Sprache. Differenzialdiagnostisch kommt höchstens noch Frost in Frage; die Unterscheidung ergibt sich bei näherer Untersuchung ohne weiteres [1]).

Der Tannentriebwickler tritt zuweilen in Massenvermehrungen ein, die sich auf große Gebiete erstrecken (s. unten) und verhältnismäßig lange (bis 10 Jahre und mehr) bestehen bleiben. Er gehört also zu den hartnäckigen Schädlingen.

In epidemiologischer Beziehung sind wir noch wenig unterrichtet. Wir haben noch keine Anhaltspunkte darüber, durch welche Faktoren die Gradationen veranlaßt werden, ebensowenig, durch welche Faktoren deren Ende, die Krisis, herbeigeführt wird. Wachtls Versuche, Zusammenhänge zwischen dem Verlauf der Gradationen und den klimatischen Kurven aufzudecken, führten zu keinem greifbaren Ergebnis. Bezüglich der Disposition teilt Ratzeburg (W. II, 17) mit, daß der Fraß (nach Koch) in schwächlichen Beständen und auf schlechtem Boden beginnt, daß er aber dann bei weiterer Verbreitung auch auf das beste Holz geht. Ähnlich schreibt Wachtl, daß, wenn eine Massenvermehrung eingetreten ist, gut- und schlechtwüchsige, reine und gemischte Bestände, in der Ebene und im Gebirge, auf gutem oder schlechtem Boden in gleich hohem Grade befallen werden. Bezüglich der Dauer der Gradation finden sich in der Literatur Angaben, die zwischen 4 und 12 Jahren schwanken (s. Geschichtliches, S. 236).

Ob die tierischen Feinde allein mit der Massenvermehrung fertig werden, läßt sich nach unseren heutigen Kenntnissen schwer beurteilen. Wachtl führt eine Reihe von Vögel als Vertilger von *murinana* an, vor allem Zaunkönig *(Troglodytes parvulus)*, Mönch *(Sylvia atricapilla)*, Tannenmeise *(Parus ater)*, Misteldrossel *(Turdus viscivorus)*, Eichelhäher *(Garrulus glandarius)*, Buchfink *(Fringilla coelebs)* und die Ringeltaube *(Col. palumbus)*. Besonderes Interesse erweckt der Befund des Kropfinhaltes einer geschossenen Ringeltaube, der aus ca. 1000 *murinana*-Puppen bestand.

[1]) Trotzdem aber ist es nach Wachtl häufig vorgekommen, daß „aus dem Grund nichts gegen den Wickler geschehen ist, weil man durch Jahre hindurch den Fraßschaden für Frostschaden gehalten hat".

Außerdem zog Wachtl noch eine Anzahl von Tachinen und Schlupfwespen. Leider ist die darüber angekündigte Arbeit niemals erschienen.

Cac. murinana nimmt unter den Tannenschädlingen einen hervorragenden Platz ein, und zwar in erster Linie als Bestandsverderber. Sehr häufig kommt sie zusammen mit dem rotköpfigen Tannenwickler (*Semasia rufimitrana* H. S.) vor.

Zur Bekämpfung werden im Laufe der Zeit eine Reihe von Mitteln empfohlen, deren Nützlichkeit aber mehr als fraglich erscheint. Weder in Räuchern mit dem aus der Durchforstung stammenden grünen Reisig, noch in dem von Wachtl empfohlenen Streurechen kann ich eine rationelle Bekämpfungsmethode erblicken. Vielleicht kann mit Arsenbestäubung mehr erreicht werden. Nachdem wir wissen, daß selbst längerer Fraß nicht tödlich wirkt, wird vor allem darauf zu achten sein, daß die sekundären Feinde (Borken- und Rüsselkäfer) nicht aufkommen und die durch den Wickler geschwächten Bäume zum Absterben bringen.

Geschichtliches[1]).

Die erste, wohl mit Sicherheit, trotz der völlig verfehlten Falterabbildung und der Bezeichnung *Tortrix piceana* unzweifelhaft auf Tannentriebwicklerfraß zu beziehende Notiz stammt von Bechstein, der im Tabarzer Forst im Thüringer Walde eine größere Verheerung fand. Er berichtet, daß die Raupen sich im Boden verpuppten. Erst fast 50 Jahre später kommen wieder neue Beobachtungen. Im Jahre 1852 brach im Nordwesten Böhmens, in den Forsten der Bezirke Karlsbad, Eger und Falkenau, ein Tannenwicklerfraß aus, der anfänglich für Borkenkäferfraß gehalten wurde und durch 12 Jahre wütete. Er dehnte sich noch auf den Bezirk Teplitz aus, also über einen Flächenraum von 197 500 ha (Wachtl). An Ort und Stelle wurde er beobachtet und ausführlicher beschrieben von Koch, Tramnitz (1859) und Schulz (1862), ferner von Gintl und Buk. Diese teilten ihre Beobachtungen, ebenso Judeich seine mit Karlsbader und Teplitzer Material angestellten Zwingerbeobachtungen an Ratzeburg mit, der sie in verschiedenen Publikationen verwertete (1861, 1862 und 1863, sowie W. II, S. 13—21). Durch Ratzeburg, der sich auf verschiedene von ihm konsultierte Spezialkenner der Mikrolepidopteren stützte, wurde die falsche Bestimmung des Hauptschädlings als *Tor. histrionana* verbreitet, aber auch auf Mitteilung von Oberförster Schönbach in Hernskretschen und von Judeich zuerst die Mitwirkung von *Tortrix rufimitrana* festgestellt (1863). 1857 trat letzterer Wickler auch in der Gegend von Krakau auf (Zebrawski, 1858). Bereits 10 Jahre später brach ein neuer Fraß in Mähren aus. 1875 dehnte er sich nach Zlick (1875) vom Murker Walde bei Neutitschein in Nordmähren durch die ganze mittlere Höhenregion von 500—800 m in den Mährischen Karpathen bis nach Österreichisch-Schlesien über eine Fläche von 29 000 bis 35 000 ha aus. Von 1875 ab verbreitete sich der Fraß nach Niederösterreich, er dauerte an einem Orte durchschnittlich sechs Jahre, erreichte seinen Höhepunkt 1877 und erlosch mit dem Jahrzehnt. Von den auf dem befallenen Bezirke stockenden 130 000 ha Tannenbeständen wurden 70 000 ha befallen; Absterben der Bestände trat nirgends ein, jedoch ein Zuwachsverlust, den Wachtl auf 790 000 fl berechnet.

Kleinere Tannenwicklerfraße wurden wiederholt beobachtet. 1877—1881 wurden z. B. die Tannenbestände des Königlich Württembergischen Revieres Hirsau sowie die angrenzenden Reviere im Nagold- und Enztale stark befressen. 1879 waren bereits 780 ha befallen (Hepp). In Sachsen sind unter anderem im Gehringswalder

---

[1]) Bei dieser geschichtlichen Übersicht sind die beiden Tannentriebwickler, *Cac. murinana* Froel. und *Semasia rufimitrana* H. S., die ja in ihrer Lebensweise und ihrem Vorkommen fast völlig übereinstimmen, berücksichtigt.

Revier 1877 einigermaßen bedeutendere Schäden der Tannenwickler aufgetreten. Sie bezogen sich auf ungefähr 20 ha. Von 1888 an hat sich ferner der Tannenwicklerfraß im badischen Schwarzwald (wo *murinana* bis dahin auch den Entomologen ganz unbekannt war) und in Polen verbreitet, und zwar besonders in der Oberförsterei Bozentin, Gouvernement Kielce, in Höhenlagen bis zu 2200 m (Guse). 1890 scheint hier der Höhepunkt des Fraßes gewesen zu sein. In der Schweiz, wo die Tannenwickler übrigens bereits früher beobachtet wurden, hat sich seit 1890 wieder eine stärkere Vermehrung dieses Schädlings gezeigt, und zwar in den Kantonen Solothurn, Aargau und in der Nähe des Züricher Sees (Anonymus, 1891, Bourgeois, 1892, und J. H., 1892). Es ließ sich konstatieren, daß im ganzen östlichen, nördlichen und zentralen Teile der Hochebene zwischen Alpen und Jura die Tannenbestände der Flußniederungen mehr oder minder infiziert waren und hier Fraßzentren vorkamen. Das wichtigste war „das offene Gebiet des Aartales zwischen Langental und Aarau". Auch hier wurde meist nur haubares Holz in den Wipfeln befallen, seltener 20—30jährige Stämme. An Bestandsrändern stieg der Fraß mitunter bis zu den tiefsten Ästen herab. *Tortrix rufimitrana* H. S. herrschte bei weitem vor (Fankhauser, 1893).

Gattung Pandemis Hb.

Der folgenden Gattung *Tortrix* sehr nahestehend; von dieser lediglich durch die „Ausnagung" an der Basis der Fühler beim ♂ unterschieden (Abb. 196).

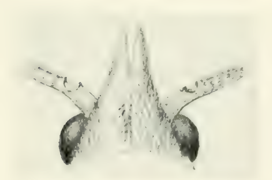


Abb. 196. Kopf mit den Fühlerbasen von *Pandemis*. Das 1. Fühlerglied zeigt eine deutliche Ausnagung. Nach Kennel.



Abb. 197. *Pandemis ribeana* Hb. 2 ×.

Von den vier europäischen Arten hat nur eine in die forstentomologische Literatur Eingang gefunden:

Pandemis ribeana Hb.

Taf. II, Fig. 6.

Falter: Vorderflügel ledergelb, kaum gegittert, Wurzel-, Mittelbinde und Costalfleck braun, dunkler eingefaßt, Hinterflügel einfarbig braungrau. Spannweite 15,5—22 mm (Abb. 197).

Raupe schmutzig graubräunlich, Kopf und Nackenschild grünlicher oder dunkler grün oder grünlichgrau (Kopf kann auch schwarz sein und der Nackenschild hinten breit schwarz gesäumt).

Puppe einfarbig bräunlichgelb oder auf der Rückenseite stellenweise schwarz. Auf Hinterleibssegment 2—7 dorsal mit je 2 Knötchen- bzw. Dornreihen. Aftergriffel mit 8 Hakenborsten.

Die sehr polyphag, hauptsächlich auf Laubholz (*Acer, Tilia, Betula, Fraxinus, Crataegus, Pyrus, Prunus, Rhamnus* usw.) vorkommende Art wurde einige Male auch auf Nadelholz angetroffen. Zum erstenmal von Wachtl (1882), der sie einmal auf Tanne in Gesellschaft von *murinana* gefunden

hat, und zwar in einem ganz ähnlichen Gespinst, wie es die *murinana*-Raupen anfertigen. Und sodann von Trägårdh (1915), der bei Stockholm den erwachsenen Raupen Mitte Juni an jungen Trieben der Fichte begegnete, wo sie sowohl die Nadeln als auch die Rinde fraßen und dadurch die normale Entwicklung des Triebes störten bzw. zur Deformation des Triebes führten.

Gattung Tortrix L.

Die Gattung *Tortrix* im Sinne Meyricks und Kennels umfaßt die im Staudinger-Rebel-Katalog angeführten drei Gattungen *Eulia* Hb., *Tortrix* L. und *Cnephasia* Curt.

Die Palpen kommen in allen Abstufungen vor, von sehr kurz bis ungewöhnlich lang; die Fühler des ♂ können glatt oder kurz gewimpert, manchmal sogar leicht gezähnt sein. Vorderflügel des ♂ stets ohne Costalumschlag. Flügelschnitt sehr mannigfaltig: bald ausgesprochen dreieckig, bald gleich breit, viereckig, schmal und lang mit schrägem Saum, breiter und kürzer mit steilem Saum usw. Auf den Vorderflügeln entspringen alle Adern getrennt, r_5 meist in den Saum ziehend, mitunter in die Spitze (Annäherung an *Acalla!*). Auf den Hinterflügeln *rr* und m_1 entweder getrennt oder kurz gestielt, desgleichen m_3 und cu_1 (Abb. 198).

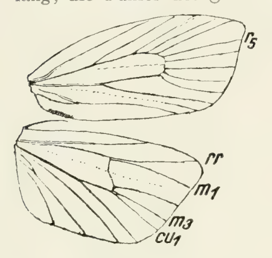


Abb. 198. Flügelgeäder von *Tortrix löfflingiana* L. (r_5 im Vfl. geht in den Saum, *rr* und m_1 im Hfl entspringen ganz beieinander, ebenso m_3 und cu_1). Nach Kennel.

Die Raupen leben ektophytisch in Blattrollen oder zwischen zusammengeknäuelten Blättern, Nadeln, Blüten und Knospen usw. Meist einjährige Generation, selten doppelte; gewöhnlich im Eistadium überwinternd, selten als Raupe oder als Puppe.

In Europa 33 Arten. Forstliche Bedeutung besitzen nur wenige Arten, von denen allerdings eine, *T. viridana* L., zu den Großschädlingen gehört.

Tortrix forskaleana L.

Ahornwickler.

Taf. II, Fig. 7.

Falter: Durch stumpfen Apex und sehr steilen Saum der Vorderflügel besonders ausgezeichnet. Vorderflügel bleich gelb, die Adern fein dunkel angelegt und durch zahlreiche orangegelbe Querlinien eine Gitterung erzeugend. Saumlinie und ein schmaler Schrägstrich von der Costa vor ihrer Mitte zur Mitte des Flügels tief schwarzbraun. In der Flügelmitte senkrecht übereinander 2 schwarze Fleckchen aufgeworfener Schuppen. Hier ist die Flügelfläche oft in einem breiten, saumwärts gerichteten Wisch schwärzlich oder braun verdunkelt, und in Verbindung damit steht dann meist auch vor der Mitte des Dorsums ein ähnlicher, wurzelwärts verwaschener Schatten, so daß dann alles zusammen eine geknickte Querbinde bilden kann. Hinterflügel blaß ockergelb, Kopf und Thorax goldgelb, Abdomen blaß ockergelb. Spannweite 12—15 mm.


Abb. 199. *Tortrix forskaleana* L. 2 ×.

Raupe gelblichweiß, Nackenschild und Kopf grünlich, letzterer beiderseits mit einem schwarzen Fleck.

Puppe hellbraun, Abdominalsegmente auf der Dorsalseite mit Querreihen feiner Dornen besetzt.

Forskaleana wurde in der landwirtschaftlichen Literatur als Rosenschädling angeführt (Taschenberg, Nördlinger usw.). Trägårdh (1914) bezweifelt die Richtigkeit dieser Angaben. Er hat die Art in Schweden eingehend studiert und sie ausschließlich an Ahorn angetroffen. Wir folgen hier seiner Darstellung: Flugzeit (in Schweden) im Juli; die Eier werden wahrscheinlich an die Stiele oder an die Flügel der Samen abgelegt. Die Räupchen kommen schon nach wenigen Wochen, im August, aus, fressen am Samen bis zum Herbst, überwintern, um im nächsten Mai an den Blättern ihren Fraß fortzusetzen. Sie fressen zunächst kleine Löcher nahe beisammen, an der Basis beginnend und radiär sich ausdehnend zwischen den 3. und 4. oder 4. und 5. Blattnerv. Die Löcher sind von zweierlei Beschaffenheit: die einen klein und das Blatt nicht ganz durchdringend, die anderen größer und das Blatt vollkommen durchdringend. Der letztere Fraß allein scheint Ernährungsfraß zu sein, während der erstere dazu zu dienen scheint, das Falten des Blattes an diesen Stellen zu erleichtern. Das Blatt wird durch diese Löcherregion in zwei Teile geteilt, von denen der eine etwa zweimal größer ist als der andere (Abb. 200). Durch Spinnen wird nun zunächst der kleinere Teil gegen den größeren gefaltet, sodann das Blatt unter Abbeißen der Nerven aufgerollt (Abb. 201). Innerhalb dieser Rolle lebt die Larve in einem Gespinst, von dem aus sie große Teile des Blattes befrißt. Die Verpuppung findet in einer besonders hergestellten Puppenkammer auf einem Blatt statt.



Abb. 200. Ahornblatt mit Anfangsfraß von *Tortrix forskaleana* L. Nach Trägårdh.

Die Art, die über ganz Mitteleuropa (mit Ausnahme von Holland) verbreitet ist, tritt stellenweise sehr häufig auf.

Tortrix (Eulia) politana Hw.

Kiefernsämlingwickler.

Taf. II, Fig. 8.

Falter: Vorderflügel beim ♂ saumwärts schwach verbreitert, beim ♀ gleich breit. Hinterflügel dreieckig spitz. Grundfarbe der Vorderflügel aschgrau bis ockergelblich, mit braunrotem Wurzelfeld, Schrägband und eben solchen Flecken vor der Spitze. Fransen bräunlich. Hinterflügel bräunlichgrau, gegen die Spitze meist heller, Fransen weißlich, mit dunkler Teilungslinie. Spannweite 12—13 mm.

Raupe grün mit weißlichen Wärzchen, Kopf bräunlichgrün, Nackenschild gelblich.

Nach Kennel hat die Art zwei Generationen, und lebt die Raupe im Juni, dann wieder im Juli bis September zwischen versponnenen Blättern oder Blüten, von allen möglichen Kräutern, von denen die meisten zur Bodenflora des Kiefernwaldes gehören. Als Fraßpflanzen werden genannt: *Centaurea jacea, Clinopodium, Erica, Calluna, Ledum pallustre, Potentilla fragaria,*

Ranunculus acris, Senecio jacobaea, Vaccinium myrtillus und *uliginosum, Genista, Prunus;* ferner auf *Rhamnus*, Birke usw.

Neuerdings ist die Raupe mehrfach auch an Kiefernsämlingen, und zwar in erheblicher Menge, angetroffen worden, so daß wir *politana* heute unter die Forstinsekten einreihen müssen[1]). Fast gleichzeitig wurde



Abb. 201. Verschiedene Stadien des Aufrollens eines Ahornblattes durch die Raupe von *Tortrix forskaleana* L. Nach Trägårdh.

[1]) Eckstein hat schon früher, im Jahre 1892, einen Fraß an einjährigen Kiefern beobachtet, dessen Urheber aber damals nicht festgestellt werden konnte. „Die Nadeln waren versponnen, im Gespinst hing reichlicher feinkrümliger Kot. Die Nadeln waren auf der Fläche und von der Kante her befressen, aus kleineren Wundstellen traten Harztröpfchen aus.“ Diese Schilderung deutet zweifellos auf *politana*-Fraß.

der Fraß an Kiefern in den Jahren 1926 und 1927 von verschiedenen Orten Deutschlands beobachtet (Eckstein 1928, Krauße 1928, von Vietinghoff 1929). Die ausführlichste Schilderung hierüber gibt v. Vietinghoff, dem wir hier in der Hauptsache folgen: Er beobachtete den *politana*-Fraß auf seinem Besitz bei Neschwitz (Sachsen) zum erstenmal im September 1926 auf einer gedrillten Kiefernsaat von etwa 2,5 ha Größe, wo schätzungsweise 60000 Sämlinge befallen waren. Die betroffenen Pflänzchen zeigten verschiedene Typen, hervorgerufen durch Verspinnen, die als Schopf-, Knopf- und Kandelaberformen bezeichnet werden (Abb. 203 A—C). Der Fraß selbst macht sich durch benagte und abgefressene Nadeln, durch Krümmungen usw. bemerkbar.

Die meisten Raupen besuchen mehrere Pflanzen, die sie mehr oder minder stark befressen; daher findet man vor der Verpuppung eine Menge versponnener Pflänzchen leer, d. h. von der Raupe verlassen.

Die Verpuppung erfolgt von Ende September an (v. Vietinghoff fand die erste Puppe am 23. September), und zwar im Gespinst, häufig in der Gespinstbrücke zwischen zwei versponnenen Sämlingen (Abb. 204). „Übrigens kommt es auch nicht selten vor, daß Ästchen von *Calluna* oder *Betula*, manchmal auch einjährige *Sorbus aucuparia*, die sich auf den Kulturflächen finden, mit nahestehenden Kiefernpflänzchen versponnen werden und daß dort die Raupe zur Verpuppung schreitet. Am 5. Oktober konnten alle Raupen als verpuppt gelten."



Abb. 202. *Tortrix (Eulia) politana* Hw. 3×.

Von der ersten Generation des folgenden Jahres (1927) konnte keine Raupe auf Kiefern gefunden werden. Wahrscheinlich leben die Raupen der Frühjahrsgeneration auf den oben angeführten Pflanzen. Die Kiefer kommt für die erste Generation wohl deswegen nicht in Betracht, da die nunmehr etwas über 1 Jahr alte Pflanze ihre 2. Nadeln treibt, die für die Raupe viel zu hart wären, während die keimende Kiefer des gleichen Jahrgangs noch viel zu schwach ist.

Die ersten Räupchen der 2. Generation 1927 wurden am 6. August gefunden, und zwar wieder auf einer gedrillten Kiefernsaat, aber in einem entgegengesetzten Revierteil. Im Jahre 1928 war der *politana*-Befall so gut wie verschwunden.

Das Ende der Gradation scheint durch Parasiten verursacht worden zu sein. v. Vietinghoff hat außer einigen Chalcidiern eine Ichneumonide, *Pimpla alternans* Grav., in großer Zahl gezogen. Krauße nennt als weitere Parasiten *Pimpla instigator* F. und die Tachine *Nemorilla floralis* Fall. (aus verschiedenen Wicklern und Zünslern bekannt, unter anderem aus dem Birkentier *Acalla ferrugana* Tr.).

„Am heftigsten ist der Fraß auf Kulturflächen. Weniger stark war das Erscheinen des Wicklers auf einer Schlagfläche, die noch nicht kultiviert war, vom Altholzrand her aber einen reichen Anflug aufwies. Im Altholz selbst wurde die Raupe trotz starken Anfluges nur ganz selten getroffen. Vielleicht braucht die Raupe eine nur durch vollen Lichtgenuß ermöglichte gewisse Konsistenz der Nadeln."

Was den Wickler veranlaßt hat, in den Jahren 1926 und 1927 in so



Abb. 203. Fraß von *Tortrix politana* Hw. an Kiefernsämlingen. A zwei miteinander versponnene gleichstarke Sämlinge, B Schopfbildung mit Kotgerinnsel, C Knopfbildung. Nach v. Vietinghoff.

großer Zahl und gleichzeitig in verschiedenen Gegenden Deutschlands auf Kiefernsaaten und Kiefernanflug überzuwandern, auf eine Fraßpflanze, die doch nur für seine 2. Generation in Frage kommt, bleibt völlig dunkel. Der Auffassung, daß es sich um Notfutter gehandelt hat, hervorgerufen durch außergewöhnliche Lebensbedingungen, steht die Tatsache entgegen, daß die Hauptfraßpflanzen in den befallenen Revierteilen auch während der Zeit der 2. Generation genügend zur Verfügung gestanden haben.

Was die forstliche Bedeutung von *politana* betrifft, so treten trotz des starken Befalls und des bedenklichen Aussehens der betroffenen Pflanzen größere Schäden bzw. Ausfall an Pflanzen nicht auf. Weitaus die meisten Pflanzen erholen sich wieder, da die Terminalknospe fast stets unbeschädigt bleibt. „Betrachtet man heute (d. i. 1 Jahr nach dem Befall)," schreibt



Abb. 204. Geöffnetes Puppengespinst in der „Brücke" zwischen 2 versponnenen Sämlingen. Nach v. Vietinghoff.

v. Vietinghoff, „die Saaten, die durch *Tortrix politana* Hw. deformiert und gebräunt worden waren, so sieht man ihnen irgendwelche Beschädigung nicht im geringsten an." Größere Bekämpfungsaktionen, die Zeit und Geld kosten (wie Bestäuben mit Esturmit oder Zerdrücken der Raupen in den Gespinsten), hält dementsprechend v. Vietinghoff für „eine überflüssige Ausgabe, die der mit der Biologie des Wicklers vertraute Forstmann nicht rechtfertigen kann".

Tortrix viridana L.

Eichenwickler oder Grüner Eichenwickler.

Taf. II, Fig. 9.

Auch Kahneichenwickler, Grünwickler, ganz grüner Eichenwickler, Weißgrünwickler, Grüne Eichenmotte usw. — Französisch: La verte, La chape verte, Tordeuse verte, Tordeuse du chêne. — Italienisch: Tortrice della Quercia.

Falter: Kopf gelblich, gelblichweiß oder grün, Thorax und Vorderflügel auf der Oberseite schön hellgrün. Costa deutlich gelblich weiß. Fransen weißlich.

Hinterflügel zartgrau (bei *Earias chlorana* L., die verschiedentlich in der Praxis mit *viridana* verwechselt wird, sind die Hinterflügel weiß!). Abdomen mehr oder weniger grau, zuweilen grünlich überhaucht. Als Geschlechtsunterschiede gibt Gasow an: Beim ♀ Vorderflügel meist (nicht immer) länger und breiter; Fühler des ♂ stärker bewimpert als die des ♀ (mikroskopisch festzustellen!); Hinterleibsende des ♂ durch die beiden, mit grauen Schuppen besetzten Lateralklappen gekennzeichnet; beim ♀ fehlen diese ganz, und ist die ganze Partie braun gefärbt.

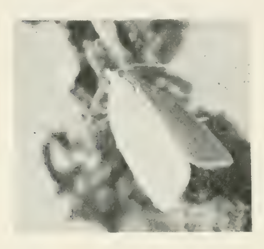


Abb. 205. *Tortrix viridana* L. an einem Eichenzweig sitzend. Nach Cecconi. $2^1/_2 \times$.

Die Farbe der Vorderflügel variiert bis zu grünlichgelb und sogar (sehr selten) rein gelb (*ab. suttneriana* Schiff.[1]). Spannweite 18—23 mm.

Raupe: Grün, Kopf schwarzbraun (in den jungen Stadien schwarz), Nackenschild mehr oder weniger bräunlich oder grünlichgelb, hinten mit 2 schwarzen Flecken. Warzen schwarz, breit und deutlich wahrzunehmen. Brustbeine schwarz. Länge (ausgewachsen) 18 mm.

Puppe: Länge 9—10 mm; schwarz (selten braun), langgestreckt. Kopf schmäler als der Rumpf. Beim ♀ das 8. und 9. Abdominalsegment zusammen glatter und glänzender als beim ♂, woran man die ♂ und ♀ Puppen leicht unterscheiden kann. ♂ Puppe mit deutlichen Geschlechtshöckern auf Segment 9 (Abb. 208).

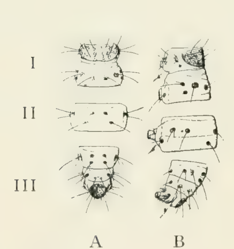


Abb. 206. Einzelne Segmente einer erwachsenen Raupe von *Tortrix viridana* L. A Ansicht von oben, B Ansicht von der Seite. I Pro- und Mesothorax, II 3. Abdominalsegment, III 8.—9. Abdominalsegment. Auf der ersten Reihe (A) sind die Paradorsalwarzen zu sehen, auf der zweiten Reihe (B) die Subdorsal-, Lateral- und Suprapedalwarzen. Nach Silvestri.

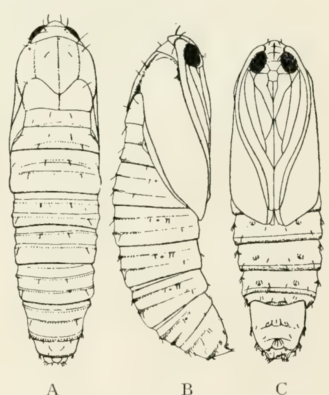


Abb. 207. Puppe von *Tortrix viridana* L. A dorsale, B laterale, C ventrale Ansicht. Nach Silvestri.

Ei scheibenförmig, oben und unten abgeplattet bei mehr oder weniger rundlicher Umrißlinie (Abb. 209). Färbung zunächst blaßgelb, später braun. Skulptur nur schwach ausgebildet, an gehämmertes Kupfer erinnernd.

Der Kot ist grobem Schießpulver ähnlich.

Die geographische Verbreitung von *T. viridana* L. ist sehr groß und erstreckt sich von England und Frankreich durch ganz Mitteleuropa

---

[1]) Die *ab. suttneriana* Schiff. scheinen fast ausnahmslos dem weiblichen Geschlecht anzugehören (Gasow, 1926).

südlich bis nach Italien, Spanien und der Krim, nördlich bis in die russischen Ostseeprovinzen, sowie östlich bis in das Gouvernement Tula. In der Schweiz geht die Art bis ungefähr 1100 m Meereshöhe; im allgemeinen ist sie aber mehr ein Tier der Ebene.

Der Eichenwickler ist ein ausgesprochenes Eicheninsekt, das verschiedene Arten der Gattung *Quercus* mit Bevorzugung der Stieleiche (*Quercus pedunculata*) bewohnt. In der Not nehmen die Raupen, wenigstens die älteren Stadien, auch einige andere Pflanzen (Laubbäume) an (s. unten, S. 249).

Über *viridana* existiert eine sehr umfangreiche Literatur. Eine monographische Bearbeitung hat das Tier in der letzten Zeit durch Gasow gefunden (1925), dem wir hier in der Hauptsache folgen werden:

Abb. 208. Hinterende, A einer männlichen Puppe (deutliche Höcker auf dem 9. Segment), B einer weiblichen Puppe von *T. viridana* L. Nach Gasow.

Bionomie.

Die hauptsächlichste Flugzeit fällt in die zweite Hälfte des Juni; verspätete Falter kann man noch im Juli, ja sogar vereinzelt im August antreffen. In Südeuropa ist der Flug entsprechend den höheren Temperaturen mehrere Wochen früher (Mai). Das Schwärmen findet sowohl tags im hellen Sonnenschein, als auch abends in der Dämmerung statt, und zwar gewöhnlich in größerer Höhe an bestimmten Teilen der Baumkrone, wo man ihr mückenartiges Hin- und Hergaukeln an einer verhältnismäßig eng begrenzten Stelle im Kronenbereich des Baumes beobachten kann. Weite Flüge scheinen nicht vorzukommen; wenigstens konnte Gasow Massenüberflüge niemals feststellen.

In der Ruhe halten sich die Falter zwischen dem Blattwerk der Eichen auf (Abb. 205), wo man sie sowohl auf der Oberfläche der Eichenblätter sitzen, als auch unter den Blättern hängen sieht. Auch an Zweigen und Borke findet man mitunter vereinzelte Schmetterlinge. An den Blättern sind sie infolge ihrer übereinstimmenden grünen Färbung schwer zu sehen.

Das zahlenmäßige Verhältnis zwischen den beiden Geschlechtern betrug in den Zuchten Gasows 52,7% ♂♂ und 47,3% ♀♀. Es konnte also ein geringes Überwiegen der ♂♂ festgestellt werden.

Die Einleitung zur Kopulation gibt sich in einem lebhaften Umherlaufen und Flattern kund, wobei die ♂♂ durch schwirrende Bewegungen der Flügel auffallen. Die Kopula selbst findet in der Normalstellung, Hinterleib zu Hinterleib, statt, seltener bilden die Abdomina einen stumpfen Winkel miteinander. Beide Partner können die Begattung mit anderen wiederholen. Die Dauer der Kopula, die meist des Abends oder nachts vollzogen wird, beträgt bis zu 2 Stunden. Die kopulierenden Tiere findet man gewöhnlich zwischen dem Blattwerk, auf und unter den Blättern und an den Zweigen, mitunter auch an der Borke und auf dem Unterholz.

Die Lebensdauer beträgt 5—7 Tage, beim ♀ etwas mehr als beim ♂.

Die Art der Eiablage von *viridana* stellt eine, wenigstens bei den Spannern, „ganz singuläre Erscheinung" dar (Gasow). Es werden nämlich immer zwei Eier nebeneinander abgelegt, und zwar so, daß der Rand des einen Eies den angrenzenden Rand des anderen überdeckt (Abb. 209). Dieses paarige Eigelege wird in eine gummi- bzw. kittartige Masse eingebettet. Die Eier liegen dann wie zwei Plättchen in einer Kammer der erhärteten Masse; auch an der der Unterlage aufliegenden Seite des Geleges befindet sich eine ganz dünne Lage der gummiartigen Masse. Ein besonderer Schutz wird den Eiern noch dadurch zuteil, daß sich auf der Einbettmasse Schuppen, Staubteilchen, Algen usw. vorfinden. Die Schuppen werden durch die Imago richtig auf die Gelege gebürstet.

Als Ort der Eiablage werden gewöhnlich rauhe oder vertiefte Stellen gewählt. Man findet die Gelege meist an den Zweigen, und zwar vorwiegend an oder unter den Befestigungsstellen der Blätter, ferner an den Abgangsstellen junger Zweige und an Zweiggabelungen. An den ehemaligen Befestigungsstellen der Blätter sowie an den Abgangsstellen junger Zweige kann man die Gelege noch am ehesten auffinden, da sich die Kontur des Geleges von der meist ebenen, leicht vorgewölbten Unterlage deutlicher abhebt als von den eingeschnürten Stellen der Zweiggabelungen, wo sich die Gelege oft völlig zwischen ihrer dunklen und gleichsinnig gefärbten Umgebung verlieren. Die Knospen scheinen von der Eiablage stets frei zu bleiben. Über die Verteilung der Gelege gibt Abb. 210 Auskunft. Es finden sich hier über den Zweig verteilt 15 Eiablagestellen mit meist nur je 2 Eiern; nur an einigen Stellen liegen 2 Gelege (also 4 Eier) dicht nebeneinander. Das ♀ sorgt also dafür, daß „die etwa 60 Eier, über die es verfügt, über ein verhältnismäßig großes Gebiet verteilt werden, so daß die frisch geschlüpften Räupchen sich im allgemeinen nicht hinderlich sind beim Aufsuchen der Knospen. Letzteres wird dadurch noch erleichtert, daß die Gelege gewöhnlich nicht weit von den Knospen entfernt sind."



Abb. 209. Zwei Eier von *Tortrix viridana* L. Nach Silvestri.

Ende April bis Mitte Mai schlüpfen die Räupchen, indem sie eine länglichrunde Öffnung in die Eischale und die Schutzhülle fressen. Die Lage der Schlupföffnung ist meist eine seitliche, dem zweiten Ei des Geleges abgekehrt.

Unmittelbar nach dem Schlüpfen begeben sich die kleinen Räupchen zu den Knospen, auf denen sie eine Zeitlang umherkriechen. Nach einiger Zeit, wenn die Knospen schon einen so starken Grad der Schwellung erreicht haben, daß die Schuppen, die ja bekanntlich recht hart sind, nicht mehr allzu fest anliegen, dann kriechen die Räupchen unter eine Knospenschuppe und beginnen erst unter der Schuppe mit dem Fraß, der sie ein Stück weiter in das Knospeninnere hineinführt. Man kann daher nicht eigentlich sagen, daß die Raupe sich in die Knospe einfrißt; sie schiebt sich vielmehr hinein, was für die Bekämpfung insofern von Bedeutung ist, als danach ein Begiften der Knospen ohne Wirkung sein müßte. Die Zahl der Raupen in einer Knospe ist verschieden; gewöhnlich befindet sich wohl nur 1 Räupchen darin, doch konnte Gasow gar nicht selten auch mehrere, bis 6, antreffen[1]).

[1]) Ratzeburg (F. 233) hat den Fraß unter den Knospenschuppen richtig beobachtet; allerdings nahm er an, daß die Raupen unter den Ausschlagschuppen

Wo die Knospen noch so fest geschlossen sind, daß die Räupchen nicht eindringen können, suchen diese durch Gespinste an einen anderen Ort zu gelangen, um dort etwa besser geeignete Knospen zu finden. Überall kann man Räupchen an langen Gespinstfäden hängen sehen; sie können so durch Luftströmungen weit verweht werden.

Im ersten Stadium scheint das *viridana*-Räupchen streng monophag zu sein, d. h. nur *Quercus*-Arten anzunehmen.

Die Erkennung des Befalls einer Knospe ist nicht immer leicht. Zuweilen findet sich zwischen den befallenen Knospen und in der Nähe befindlichen anderen ein leichtes Gespinst; nicht selten ist die befallene Knospe etwas „verzogen" (Ratzeburg); dabei schließen die Schuppen der befallenen Knospen oft nicht so fest wie die *viridana*-freien; endlich kann man bei längerem Fraß mitunter auch außen an den Schuppen eine schmutzige Öffnung erkennen, die von innen her durchbohrt sein dürfte. Die Häutung des ersten Stadiums findet in der Knospe statt, und zwar etwa 4 Tage nach dem Einkriechen.



Abb. 210. Verteilung der Eigelege von *T. viridana* L. über einen Zweig. Nach Gasow.

Im zweiten Stadium bleibt die Raupe an dem gleichen Ort; je nachdem nun die Knospe in ihrer Entwicklung fortgeschritten ist, hat man es bei diesem Stadium mit einem Knospenzerstörer oder mit einem Schädling an den jungen Blättern zu tun. Im letzten Fall hält sich die Raupe meist zwischen den bräunlichgrünen, noch nicht entfalteten Blättchen auf, die durch Gespinstfäden zusammengezogen werden; bevorzugt als Fraßstelle wird die Spitze der kleinen Blättchen, jedoch geht sie auch an die Infloreszenzen.

---

auskommen. Nitsche (S. 1054) bezweifelt die Richtigkeit der Ratzeburgschen Angaben und vermutet, daß hier eine Verwechslung mit einem andern Schmetterling, vielleicht *Coleoph. lutipenella* Zll. (s. S. 197), vorliege.

Nach 2—3 Tagen findet die zweite Häutung statt, nach ebensoviel Tagen die dritte, und nach weiteren 4—5 Tagen die vierte und letzte Häutung; die Dauer des letzten Stadiums beträgt etwa 7—8 Tage.

Nach der zweiten Häutung, also vom dritten Stadium ab, beginnen die Raupen mit dem Wickeln der Blätter, um sich dadurch eine Behausung zu schaffen. Nach Gasow handelt es sich dabei mehr um ein Falten als um ein Rollen, wenngleich auch einfach gerollte Blätter vorkommen. „Die Blätter werden einmal der Länge nach gefaltet, so daß die Blattunterseite nach außen gekehrt ist; gern faltet die Raupe auch irgendeinen Zipfel gegen die Blattspreite zu, wobei zuweilen die Unterseite des Blattes nach außen gekehrt ist, mitunter aber auch die Oberseite diese Stellung einnimmt. Auch von der Spitze her werden die Blätter gefaltet, wobei die hinderliche Mittelrippe angenagt werden kann. Die Faltung geschieht in der Hauptsache mit Hilfe von Gespinstfäden (worüber schon Réaumur eine sehr gute Schilderung gibt). Die Innenseite der Blattfalte oder Rolle ist dann dicht mit Gespinstfäden ausgekleidet wie mit einer seidenen Tapete.



Abb. 211. Ein Eichenzweig, von *T. viridana* L. befallen. Nach Cecconi.

In den letzten Stadien zeigt die Raupe eine überaus große Beweglichkeit, wie sie wohl nur wenigen anderen Raupen zukommt. Bei der geringsten Störung läßt sich die Raupe schnellstens an einem Faden herab, an dem sie sich übrigens auch wieder zu ihrem Versteck hinaufarbeiten kann.

Der Fraß an den Blättern ergibt Fraßbilder verschiedener Art. Manche Blätter weisen auf der Blattspreite überhaupt keine Löcher auf, dafür ist aber der Blattrand stark ausgefressen. Andere Blätter dagegen sind stark durchlöchert. Die Raupe macht meist an den stärkeren Rippen halt, doch werden auch diese zuweilen angefressen. Wieder andere Blätter haben nur ganz kümmerliche Reste einer Blattspreite und bestehen fast nur noch aus der starken Mittelrippe mit kleinen Fetzen der Blattspreite daran. Auch die Blütenkätzchen werden bisweilen befressen; es kann dann in Jahren heftigeren Fraßes der Boden mit Blütenkätzchen besät sein. Der Nahrungsbedarf wird natürlich mit jedem Stadium größer, um in der etwa 7—8 Tage währenden Periode des letzten Stadiums sich aufs höchste zu steigern (Sich 1915). In diese fällt, wie bei den meisten schädlichen Raupen, der wirtschaftlich entscheidende Fraß.

Der Kreis der Fraßpflanzen ist in den älteren Stadien bedeutend weiter als im 1. Stadium, das nur Eichen anzunehmen scheint[1]). In Gasows

[1]) Möglicherweise ist es der hohe Gerbstoffgehalt der Eichenblätter, der den

Zwingerversuchen nahmen die Raupen im 5. Stadium außer Eiche noch Erle, Birke, Hainbuche, Hasel und Rotbuche an, während Roßkastanie, Kornelkirsche, Hopfen, Besenginster, Heidelbeeren u. a. gemieden wurden. Nitsche (S. 1056) nennt außerdem als gelegentliche Fraßpflanzen noch: Linde, Esche, Saalweide, Eberesche und Mispel. Reh (1907) beobachtete bei starkem Kahlfraß die Wicklerraupen auch an Kirschen und sogar an Fichten- und Tannenunterwuchs, wo sie unter dicht gesponnenen Netzen die jungen, zarten Nadeln benagten. In den meisten dieser Fälle handelt es sich wohl um Notnahrung, die nur bei Mangel an Normalnahrung angegangen wird.

Der Gattung *Quercus* gegenüber verhält sich die *viridana*-Raupe verschieden: Die Hauptfraßpflanze ist die Stieleiche, *Quercus pedunculata*, doch wird auch die Traubeneiche, *Quercus sessiliflora*, befallen (siehe unten, S. 252), wenn auch meist geringer (stellenweise sogar überhaupt nicht)[1]. Die nordamerikanischen Eichen werden immer viel ge-



Abb. 212. Eichenwald, von *T. viridana* L. völlig kahlgefressen. Nach Cecconi.

ringer befallen als unsere einheimischen Arten; die österreichische oder burgundische Eiche *(Quercus cerris)* soll ganz verschont werden; dagegen

---

viridana-Raupen besonders zusagt, und gehört *viridana* zu den „Gerbstoffspezialisten" (Grevillius, 1905).

[1]) Der geringere Befall der Traubeneiche hängt vielleicht mit dem späteren Austreiben derselben zusammen. Auch einige morphologische Merkmale können vielleicht zur Erklärung herangezogen werden, wie die stärker bewimperten Schuppenränder, die das Eindringen in die Knospen erschweren, oder die Büschelhaare auf der Unterseite der Traubeneichenblätter, die der Stieleiche fehlen und die möglicherweise einen Schutz gegen Tierfraß darstellen.

wurden *Quercus pubescens* auf der Krim und die immergrünen Eichen Spaniens und Italiens stark mitgenommen[1]).

Die Spinntätigkeit der Raupen bleibt bis zuletzt bestehen. Bei Kahlfraß hängen die Spinnfäden häufig wie Schleier von den Bäumen und umhüllen auch mitunter den Stamm völlig, oder es wehen die Gespinste bei starkem Fraß wie Fahnen im Wind (Taschenberg).

Reh (1907) erzählt, daß die Räupchen im kahlgefressenen Wald sich in solchen Mengen an Fäden herabließen, daß „der Wald einige Tage mit einem dichten Schleier erfüllt war, der unwillkürlich an die Schleier erinnerte, die etwa im Tannhäuser im Theater den Venusberg halb verhüllen." Und Wiese (1861) berichtet, daß Tausende von Raupen an Fäden vom Blattschirm der Eichen herunterhingen; wer durchging, mußte beständig die Hände rühren, um Augen und Gesicht von dem Gespinst zu befreien. „Aber nicht nur unten war dieses Gespinst, sondern der ganze Baum war mit einem dichten Gespinst überzogen, so daß man anfangs kaum glauben mochte, daß dieses von den kleinen Raupen herrühren konnte."

Besonders bevorzugt werden freistehende Althölzer und Randbäume an der Sonnenseite. Der Fraß beginnt entsprechend der Eiablage in den höheren und höchsten Partien der Krone und schreitet von da nach unten fort, meist durch Abspinnen der Raupen aus den kahlgefressenen Teilen auf die noch belaubten unteren Partien des Baumes.

Der Kot der Raupen wird von den verschiedenen Autoren mit „grobem Schießpulver" verglichen (Ratzeburg spricht von ausgestreutem Pirschpulver.) Eine eingehende Beschreibung des Kotes nach den verschiedenen Raupenstadien gibt Gasow; danach ist der Kot schwarz und zeigt die Form unregelmäßiger, länglicher oder walziger Ballen. Der Kot des letzten Stadiums ist durch eine völlig rauhe Oberfläche und eine Einschnürung in der Mitte gekennzeichnet. Die Größe der einzelnen Kotballen beträgt im ersten Stadium $0{,}08 \times 0{,}05$ mm, im letzten durchschnittlich $0{,}5 \times 2{,}5$ mm. Bei Massenvermehrungen kann man des Nachts das Kotrieseln, besonders gegen das Ende des Fraßes zu, deutlich hören.

Die Verpuppung erfolgt normalerweise an der Stelle des letzten Fraßes, also unter einem umgeschlagenen Zipfel des zuletzt befressenen Blattes. Die Puppe ist dabei vermittelst ihres Kremasters in der seidigen Tapete, die den Wickel von innen auskleidet, verankert, so daß man beim Einsammeln von Puppen oft ganze Fetzen der Tapete aus dem Wickel herauszieht. Bei Kahlfraß findet die Verpuppung zum Teil in den Rindenritzen des Stammes statt, wobei letzterer wie „mit einem weißen Filz überzogen werden kann" (Baumgarten, 1924), oder auch am Unterwuchs, an dem die Raupe selbst nicht frißt, wie an Brennessel, Faulbeere usw. (Krieg 1927).

Die junge Puppe ist zunächst von der gleichen „krassen Grünfärbung", die die Raupe kurz vor der Verpuppung zeigt. Vom Rücken her tritt dann allmählich die Verfärbung in Braun, meist bis zum satten Schwarz ein, wobei die Flügel am längsten ihre anfängliche Grünfärbung behalten.

---

[1]) Smits von Burgst (1926) macht darauf aufmerksam, daß man bisweilen mitten unter kahlgefressenen einzelne völlig verschonte Individuen der gleichen Art finden kann, so daß wohl auch individuelle Verschiedenheiten bezüglich der Anfälligkeit vorkommen.

Die Verpuppung findet in Deutschland im allgemeinen von Ende Mai bis Mitte Juni statt[1]). Die Dauer der Puppenruhe beträgt 14 Tage bis 3 Wochen; bei Gasow finden sich folgende Angaben über die Zeit der Puppenruhe: einerseits 2. Juni bis 24. Juni, also 22 Tage, andererseits 23. Juni bis 8. Juli, also 15 Tage.

Die Schlüpfzeit hängt wesentlich von den Witterungsverhältnissen im Mai und Juni ab: Ist während dieser Zeit die Zahl der Regentage unter dem Normalwert, die Sonnenscheindauer dagegen über demselben, so liegt der Höhepunkt der Schlüpfzeit bedeutend früher als in Jahren mit regenreichem und sonnenarmem Juni (Gasow 1926).

Die Gesamtentwicklung des Eichenwicklers beträgt also ca. 12 Monate nach der Bioformel:

$$\frac{6^{p}, 4 - 5}{6^{a} \quad + 6^{p}\ 7^{a}}$$

Von verschiedenen Autoren, angefangen von Rösel von Rosenhof (1746) und Bechstein (1805) bis Kaltenbach (1874) wird das Vorkommen einer 2. Generation angegeben (mit Flug im Mai und September). Auch noch in neuerer Zeit behauptet Baumgartner (1912), daß er Ende September und im Oktober frischgeschlüpfte *viridana*-Räupchen in großer Zahl, teils sich abspinnende, teils an Stämmen hinaufkriechende, beobachten konnte; er meint, daß der abnorm heiße und trockene Sommer die Entwicklung des Embryos so gefördert habe, daß die Räupchen ausnahmsweise bereits im Herbst ausgefallen seien.

Die meisten Autoren (darunter Ratzeburg, Nitsche, Altum) bestreiten aber das Vorkommen einer 2. Generation; bezüglich der im Herbst beobachteten Räupchen dürfte eine Verwechslung mit einer anderen Wicklerart vorgelegen haben.

Gasow kommt auch durch ein eingehendes Studium der Embryonalentwicklung und durch Versuche, diese experimentell zu beeinflussen, zur strikten Ablehnung einer 2. Generation. Die Embryonalentwicklung kommt während der Wintermonate (im Gegensatz zu anderen überwinternden Eiern) nicht zum Stillstand, macht also keine Latenz durch, sondern schreitet stetig, wenn auch zeitweise sehr langsam („Pseudolatenz") vorwärts. Andererseits läßt sie sich durch Einwirkung hoher Temperaturen nicht oder nur unwesentlich beschleunigen, so daß eine durch besonders heiße Sommer veranlaßte 2. Generation so gut wie ausgeschlossen erscheint.

Epidemiologie und forstliche Bedeutung.

Nach Gasow wurden in Westfalen, „der klassischen Gegend für Eichenwicklerfraße," die reinen oder fast reinen Bestände weitaus stärker befallen als gemischte Bestände. Ferner sind dort die Stieleichen deutlich bevorzugt worden, wenngleich „auch die Traubeneiche nicht verschont wurde". Auch andere Autoren heben diese Bevorzugung der Stieleiche

---

[1]) Die Verpuppungszeit kann selbst im gleichen Jahr und in gleicher Gegend starken Schwankungen unterworfen sein, je nach Lage der einzelnen Reviere. Nach Krieg (1927) waren in Westfalen im Jahre 1927 die Raupen Ende Mai in fast sämtlichen Revieren ausgewachsen und begannen sich zu verpuppen, während in dem durch kühle und feuchte Lage ausgezeichneten Revier Brand die Raupen oft noch nicht einmal die 4. Häutung hinter sich hatten und am 7. Juni noch keine Puppe zu finden war.

hervor. Andererseits kennen wir auch Fälle, in denen große, fast ausschließlich aus Traubeneichen bestehende Bestände vom Eichenwickler kahlgefressen wurden, wie im Spessart und in der Rheinpfalz, wo 1926 der Kahlfraß sich über große Flächen erstreckte. Im Süden leiden besonders die immergrünen Eichen unter *viridana*-Fraß.

Bevorzugt werden zunächst ältere und einzeln stehende Bäume und kleinere Baumgruppen[1]), ferner sonnige Ränder und warme Lagen. Bei starker Vermehrung werden alle Altersklassen bis zur Dickung mitgenommen. Ratzeburg erwähnt einen Fraß in dem bei Wittenberg gelegenen Revier Garbe, der einen 20 jährigen Stangenort betraf.

Die Bodenverhältnisse scheinen keinen allzu großen Einfluß auf die Wicklergradationen zu haben, wenigstens hat die verschiedene Azidität des

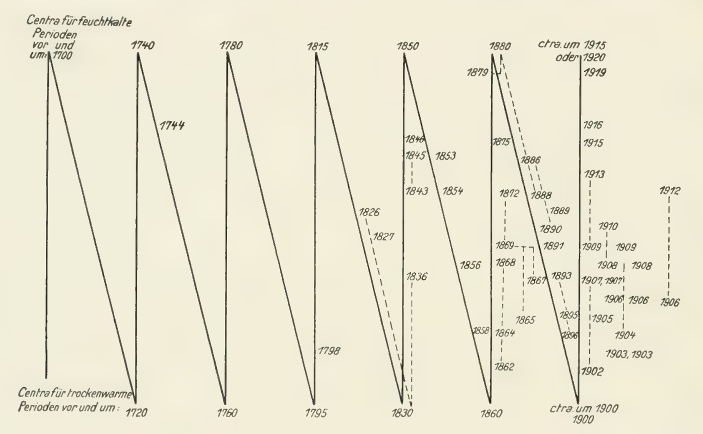


Abb. 213. Schematische Darstellung der Klimaschwankungen und Eichenwicklerkalamitäten. Nach Gasow.

Bodens nicht die geringste Einwirkung auf den Grad der Befallsstärke erkennen lassen.

Über die Beziehungen zwischen Gradation, Witterung und Klima hat Gasow eingehende Untersuchungen angestellt, die aber zu wenig greifbaren positiven Ergebnissen geführt haben. Er glaubt zwar zwischen den großen Klimaschwankungen (Brückner!) und den Eichenwicklergradationen insofern einen Zusammenhang annehmen zu können, als die Mehrzahl der letzteren in die „trockenwarmen Perioden" fallen, ohne daß sie allerdings mit dem Zentrum derselben zusammenfallen. „Sie können vielmehr vorher oder nachher liegen, auch als Periode von einem Zeitpunkt vor dem trocken-warmen Zentrum sich über dasselbe hinweg bis zu einem Zeitpunkt nach demselben hinziehen." „Wir müssen eine Beeinträchtigung der Massenvermehrung des Eichenwicklers durch eine eintretende naßkalte Pe-

[1]) Backe (1925) berichtet, daß auch einzelne, inmitten ausgedehnter Kiefernbestände stockende Eichen und Eichengruppen befallen werden.

riode annehmen, wenn auch einmal eine Fraßperiode (1879—1888) in die naßkalte Periode gefallen ist; auch bei jener lag allerdings der Höhepunkt jenseits von deren Zentrum" (Abb. 213).

Von bedonderer Bedeutung scheint die Witterung zur Zeit kurz nach dem Schlüpfen der Räupchen zu sein, also Ende April bis anfangs Mai. Geringe Niederschläge um diese Zeit sind als begünstigende Faktoren zu werten, da heftige Niederschläge die jungen Eiräupchen daran hindern dürften, in die Schuppen einzudringen. „Einmal in den Knospen befindlich oder hernach in dem jungen Laub, ist das Räupchen gegen die Unbilden der Witterung in hohem Maße geschützt. Selbst heftige Spätfröste dürften dem Schädling nur dann verderblich werden, wenn das Laub erfriert, so daß er verhungern muß." Auch die älteren Raupenstadien, die Puppen und Falter, sind recht widerstandsfähig gegen Witterungseinflüsse, worauf schon Ratzeburg hingewiesen hat. Nur länger dauernde starke Regen können den Flug und die Eiablage vermindern. „Es müssen schon ganz katastrophale Witterungsverhältnisse sein," schreibt Gasow, „die eine radikale Vernichtung der Imagines zur Folge haben können bzw. sehr wesentlich in das Fortpflanzungsgeschäft einzugreifen vermögen".

Die Dauer der *viridana*-Gradationen ist sehr verschieden lang. *Viridana* gehört zu den hartnäckigen Schädlingen, deren Fraß an besonders disponierten Orten sich über mehrere Dezennien hintereinander mit kurzen Unterbrechungen und abwechselnder Stärke erstrecken kann. In Recklinghausen (Westfalen) dauerte eine Fraßperiode 11 Jahre (1878—1888); in der Oberförsterei Haste (Kreis Minden) traten in einem Zeitraum von über 20 Jahren fortwährend Schädigungen durch den Eichenwickler auf. Durchschnittlich sind die Gradationen allerdings von kürzerer Dauer, und eine Fraßdauer von 3—4 Jahren dürfte das Gewöhnliche sein. Volz (1926) gibt folgende Angaben über das Auf und Ab der Gradationen in dem Württemberger Revier Herrenberg: „Erstmaliges Massenauftreten (seit seinem Amtsantritt 1900) im Jahre 1905, dauerte bis 1910, besonders stark in den Jahren 1907 und 1908, 1911 Abflauen, 1912 nur noch wenig und an einzelnen, zerstreuten Orten, mit Ausnahme des Herrenberger Spitalwaldes (Muschelkalkrücken), der überhaupt immer am reizbarsten war. 1913 und 14 (Eichelmastjahr) frei, 1915—18 unbekannt, 1919—21 frei. 1922 leicht, zerstreut, vereinzelt (Eichelmastjahr). 1923 erhebliches Fraßjahr, da und dort Kahlfraß. 1925 Kahlfraß selten, Auftreten immer noch erheblich, jedoch einzeln und gruppenweise zerstreut über das ganze Revier. 1926 starkes Abflauen, große Strecken ganz frei, dagegen Spätfrost am 9./10. Mai. Ferner 1926 ungeheuer starkes Auftreten des Mehltaus, der bis in die Gipfel der höchsten Eichen hinaufsteigt. Die Traubeneiche 1926 allenthalben ganz frei, gut austreibend und nachher schön belaubt. Sie war auch in den früheren Jahren immer weniger befallen als die Stieleiche."

Die Krisis der Gradation wird, wie oben ausgeführt, nur selten durch Witterungsverhältnisse herbeigeführt, dagegen sind meist zahlreiche Feinde dabei beteiligt.

In erster Linie stehen wieder die Parasiten[1]), von denen ein ganzes Heer aus *viridana* gezogen wurde.

---

[1]) Zahlreich sind die Arbeiten über die *viridana*-Parasiten; ich nenne von ihnen neben Ratzeburg vor allem Silvestri (1923), Scott (1922) und Hancock (1926).

Von Schlupfwespen seien hier genannt:

Ichneumonidae: *Limneriam albidum* Gm., *Exochus globulipes* Desv., *Campoplex intermedius* Rtzb., *Glypta cicatricosa* Rtzb., *flavolineata* Grav., ***Phaeogenes stimulator* Gr.,** *Diadromus candidatus* Gr., *Pezomachus rusticus* Frst., *Phytodiaetus coryphaeus* Gr., *polygonius* Först., *segmentator* Gr., *Omorgus difformis* Gm., *Pimpla brassicariae* Poda, *flavicans* L., *flavipes* Gr., *turionella* L., *scanica* Gr., *calobata* Gr., *examinator* F., *instigator* F., *flavicoxis* Th., *graminellae* Schrk., *nigriscaposa* Th., ***quadridentata* Th.,** *inquisitor* Sc., ***maculator* F.,** *pictipes* Gr., ***rufata* Gm.,** *nucum* Rtzb., *Theronia atalantae* Poda, *Lissonota sternalis* Costa, *dubia* Hlmgr., *Hemiteles areator* Pz., *scabriusculus* Th., *Labrorhychus nigricornis* Wesm. ***Braconidae:*** *Eubadizon extensor* L., *Macrocentrus thoracicus* Nees., *abdominalis* F., *Meteorus cinctellus* Nees., *Oncophanes lanceolator* Nees., *Microdus rufipes* Nees. ***Chalcididae:*** *Comedo larvarum* L., *longicornis* Th., *Chalcis intermedia* Nees., *Elachistus obscuripes* Rtzb., *Monodontomerus aereus* v. *viridanae* Mayr., *dentipes* Boh., *Eutelus tibialis* Wlk., *Pteromalus cupreus* Nees. und *deplanatus* Nees.



Abb. 214. Verschiedene Schlupfwespen von *Tortrix viridana* L. A *Pimpla maculator* F., B *Pimpla rufata* Gm., C *Phaeogenes stimulator* Gr., D *Meteorus cinctellus* Nees. Nach Silvestri.

Die meisten der hier aufgeführten Arten sind Raupenparasiten, die in die Puppe übergehen. Als häufigste und wirksamste Schlupfwespen werden von verschiedenen Autoren und aus verschiedenen Gegenden *Pimpla maculator* F. und *rufata* Gm. (Abb. 214 A u. B) bezeichnet. Bordas (1917) nennt die letztere „le sauveur de nos vieilles forêts des chênes et l'un des plus precieux auxiliaires de l'agriculture". Gasow erhielt aus seinen zahlreichen Zuchten in Westfalen meist *Pimpla maculator* F., *quadridentata* Th. und

rufata Gm., wobei die erstere Art meist stark überragte[1]). Silvestri (1923) stellte in Italien als wichtigsten Parasiten *Phaeogenes stimulator* Gr. (Abb. 214 C) fest (57% Parasitierung).

Von Tachinen nennt W. Baer in seiner Monographie drei Arten als *viridana*-Parasiten: *Actia pilipennis* Fall. (Abb. 215), *crassicornis* Meig. und *Prosopaea fugax* Rond., sämtliche typische Kleinschmetterlingsschmarotzer[2]).

Diesen fügt Silvestri (1923) noch folgende Arten hinzu: *Nemorilla maculosa* Meig. (kommt noch in verschiedenen Tortriciden vor, wie *Acalla ferrugana* Tr., *Cacoecia murinana* Hb. usw.), *Zenillia roscanae* B. B., *Compsilura concinnata* Meig. (eine sehr polyphage Tachine, die vor allem in zahlreichen Spinnern und Eulen parasitiert und von Kleinschmetterlingen bisher nur aus Gespinstmotten gezogen wurde), *Pales pavida* Meig. (ebenfalls sehr polyphag in Spinnern und Eulen, ferner aus *Acalla ferrugana* Tr. gezogen), *Phytomyptera nitidiventris* Rond (als Traubenwicklerparasit bekannt, Verpuppung im Wirt) und *Dischochaeta evonymellae* Rtzb. (bisher hauptsächlich aus Gespinstmotten gezogen). Hierzu nennt Gasow noch: *Lydella angelicae* Meig. und *Plesina maculata* Fall. (Rhinophorine).

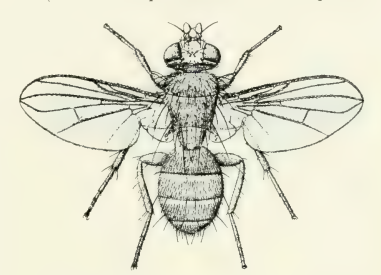


Abb. 215. *Actia pilipennis* Fall. Nach Silvestri.

Von räuberischen Arthropoden werden als Feinde von *viridana* vor allem genannt die beiden Puppenräuber (*Calosoma sycophanta* L. und *inquisitor* L.) und *Silpha quadripunctata* L. (Wahnschaffe 1864, Lüstner 1909, Schuster 1906); sodann Ameisen (Silvestri führt besonders *Formica gagates* Latr. an), und endlich „Baumwanzen" und Spinnen. Auf letztere hat schon Rösel von Rosenhof hingewiesen, ebenso Wahnschaffe (1864), Taschenberg (F. J.) und Walther (1908).

Unter den Vertebraten spielen die Vögel als *viridana*-Vernichter zweifellos die wichtigste Rolle, die in zahlreichen Arbeiten behandelt wird, am ausführlichsten von Gasow, der alle einschlägigen Angaben in der Literatur herangezogen hat. Es werden da etwa 40 Vogelarten als *viridana*-Vertilger aufgeführt. Auf der Zusammenstellung Gasows fußend gibt A. von Vietinghoff (1929) eine sehr anschauliche Schilderung von den Beziehungen zwischen Vogelwelt und *viridana*-Vermehrung, der wir folgende Stellen entnehmen:

„Ins Auge fallend ist die Erregung, die sich fast der gesamten endemischen und nichtendemischen Vogelwelt bei Massenvermehrungen des

---

1) Unter den 267 Stück Schlupfwespen, die Gasow aus 1328 Wicklerpuppen erzog, waren 189 *Pimpla maculator* F., 48 *Pimpla quadridentata* Th. und 21 *Pimpla rufata* Gm.

2) *Prosopaea fugax* Rond., die ein wichtiger Parasit des „Springwurms" ist (Weinschädling), hat zwei Generationen, von denen die erste in *viridana*, in Gespinstmotten usw. lebt und die zweite in den Springwurm übergeht. Schwangart hat daher zur Bekämpfung des letzteren empfohlen, Gespinstmottenraupen durch Anbau von Pfaffenkäppchen usw. in die Weinberge zu bringen.

Eichenwicklers mitteilt, auf jeden Fall. Der durch menschliche Kultur massenweise gezüchtete Star fällt in riesigen Scharen in die Befallsherde ein. Auf die Krähen und Dohlen übt die Gradation geradezu eine saugende Wirkung aus, die Schwalben streichen an den Waldrändern entlang und schnappen die Falter auf oder fangen die sich an Fäden herablassenden Raupen auf. Von den Finkenvögeln sind es allein acht Arten, die dem Eichenwickler nachstellen, bei manchen macht sich sogar eine vollständige Umschaltung aller ökologischen und nahrungsbiologischen Tendenzen bemerkbar.

„Das sind auf jeden Fall Vögel, deren Besiedlung und Vermehrung gerade die Kultur direkt Vorschub geleistet hat. Aber unter den etwa 40 Arten umfassenden Vögeln, die wir bisher als Vertilger des Eichenwicklers kennen, sind auch viele, denen die Kultur Abbruch getan hat, nur scheinen sie gerade dort, wo der Wickler zur Massenvermehrung schreitet, noch in einer Dichte vorhanden zu sein, die dem Ausgleichsprinzip der Natur entspricht. Buntspechte sind oft so vertieft in ihre Vertilgungsarbeit, daß sie sich nicht einmal durch Schüsse stören lassen. Im Magen des Grünspechts wurden schon über 30 Raupen und 12 Puppen gefunden. Pirole durchstreifen gemeinsam die Eichenkronen. Ansammlungen von Kuckucken in den befallenen Beständen bilden eine fast regelmäßige Erscheinung der *viridana*-Kalamitäten. Im Magen der Nachtschwalben werden Reste von Eichenwicklern wohl kaum mehr zu identifizieren sein. Trotzdem liegt die Vermutung nahe, daß sie Jagd auf die schwärmenden Falter machen, dagegen ist nachgewiesen, daß sich Mengen von Raupen des Eichenwicklers im Magen von Ringeltauben gefunden haben.

„Sehr wichtig scheint die Rolle der Meisen, Laubvögel und Grasmücken. Schwanzmeisen schleppten innerhalb 8 Tagen 2000 Raupen des Eichenwicklers in ihr Nest zum Füttern der Jungen. Die Blaumeise erwähnt schon Altum als hervorragenden Vertilger, weil sie die Kronen der höchsten Waldbäume absucht; Nonnenmeise und Kohlmeise werden ihr kaum nachstehen, auch der Kleiber. Wie die Blaumeise unter den Paridae, so übertrifft der Weidenlaubvogel unter den Muscicapidae seine Gattungsverwandten. Auch ihm singt schon Altum ein Loblied wegen der Baumhöhen, die seine Wirksamkeit erreicht und seines nie gestillten Hungers. Aber auch Fitis- und Waldlaubvogel sind zu den Vertilgern zu rechnen, von den übrigen Singvögeln Zaungrasmücke, Gartengrasmücke, Nachtigall und Baumpieper. Zu versagen scheinen die Drosseln, trotzdem gerade sie dem Biotyp der Wicklerkalamität angehören. Als einziger Vertilger ist die Amsel nachgewiesen. Hier müssen aber noch weitere Untersuchungen einsetzen.

„Trotz der eben skizzierten, oft geradezu fieberhaften Tätigkeit der Vogelwelt, trotzdem viele von ihnen, nicht selten die Hauptvertilger, von der Natur begünstigt werden, steht folgendes fest: die Wicklerkalamitäten haben nicht abgenommen, eher zugenommen, und zwar nach Ausbreitung und Intensität.

„Um es vorwegzunehmen: wir sind der Ansicht, daß in dem Befallsgebiete von *Tortrix viridana* L. die Vogelwelt wahrscheinlich einer durchaus normalen Besiedlungsdichte entspricht, wobei nicht ausgesprochen werden soll, daß diese Dichte nicht gesteigert werden kann. Aber einmal kann die künstliche Steigerung der Brutgelegenheit und Reduzierung der von außen

drohenden Gefahr eine vorübergehende sein (Rückschläge durch zu dichte Besiedlung erleben wir im Wald allenthalben). Zum andern kennen wir noch nicht die Auswirkung einer zu dichten Besiedlung auf lange Sicht. Zum dritten: Wie sollen wir die dichtere Besiedlung vornehmen? Sollen wir nur die kleineren Vögel ansiedeln oder auch die ihnen zwar im Moment der Katastrophe assoziierten, unter normalen Bedingungen ihnen selbst schädlichen Corviden?

„In der Besiedlung der Höhlenbewohner: Spechte, Hohltauben, Trauerfliegenschnäpper, Wendehals, Meisen und auch bedingt der Stare, scheint uns ein Weg offen, die Lücke, die durch Rationalisierung der Baumzucht vorhanden ist, auszufüllen. Ausschlaggebend im Sinne der Aufhebung der Wicklergefahr halten wir diese Maßnahmen dennoch nicht. Daß sie aber lokal — und sei es durch anormale Besiedlungsdichte! — helfen können, beweisen die Erfolge des Freiherrn von Berlepsch in Seebach und des Oberamtmanns Behr.

„Trotzdem es uns vielleicht lokal und zeitlich begrenzt gelingen wird, durch Vogelschutz eine Gradation des Wicklers zu verhüten, sprechen die Tatsachen nicht dafür, daß diese Maßnahmen als Allheilmittel zu betrachten sind. Dagegen spricht vor allem die Geschichte der Kalamitäten, dagegen auch, daß die Kalamitäten sich in denjenigen Biotypen ereignen, deren sogenannte „Schutzwirkung" im Sinne der Mischwaldtheorie eine ideale genannt werden muß."

Eine nur sehr untergeordnete Rolle spielen andere Vertebraten: Hugo Otto (1916) gibt an, daß in feuchten Wäldern die Grasfrösche an der Vertilgung der *viridana*-Raupen sich beteiligt hätten. Nach Nördlinger hat die Zauneidechse (*Lacerta agilis* L.) in der Bretagne auf den Büschen sitzend Jagd nach dem Eichenwickler gemacht, und Jordan hat einmal Eichhörnchen beobachtet, wie sie *viridana*-Raupen aus den Verstecken hervorgeholt und gefressen haben (Escherich F. Bd. I, 227).

Folgen des Fraßes, forstliche Bedeutung.

Die nächste Folge des Fraßes ist gewöhnlich eine Verfrühung des Johannistriebes, der dann ungefähr 14 Tage vor dem regelmäßigen Zeitpunkte eintritt. Da die Eiche sehr reproduktionskräftig ist, und da der Fraß früh erfolgt, so schimmern an nicht zu alten Stämmen die Kronen zuerst im äußersten Wipfel schon Ende Mai wieder grün, und prangen im Juni im schönsten hellen, anfangs etwas rötelnden Frühjahrsgrün. Am meisten treiben die Knospen des 1—2 jährigen Holzes und die Spitzenknospen der Maitriebe, auch Blattachselknospen der letzteren, wenn sie recht kräftig sind. Dies neue Grün bleibt oft bis zum Schneefall (Wiese 1861, 495). Feuchte Witterung begünstigt das Wiedergrünen. In den Jahren, in welchen der Wickler nicht massenhaft erscheint und die Bäume nur etwas durchfressen sind, leidet wenigstens die Mast, wodurch die Verwaltungen, welche Saateicheln brauchen, oft viele Jahre hintereinander in Verlegenheit kommen. Noch größer ist die Beeinträchtigung der Mast natürlich bei Kahlfraß, und der Ausfall wird namentlich dort empfindlich, wo sie eine wichtige Nebennutzung bildet, also im Osten und Süden[1]).

[1]) Krichler (1890) berichtet aus Guadalupe in Spanien, daß fünf Jahre hintereinander dort die Mast der immergrünen Eichen durch den Eichenwickler vernichtet worden sei, so daß im Jahre 1889 ein räumdiger Bestand von 70000 alten immergrünen Eichen, der normalerweise 1200 Schweine mästen konnte, nur für 120 Futter lieferte.

Ein weiterer Verlust besteht in der Verringerung des Zuwachses. Die Bäume werden, da durch die starke Ausbildung des Johannistriebes viel Reservenahrung verbraucht wird, und überhaupt der ganze Ernährungsprozeß abnorm verläuft, sehr erschöpft. Eichen, welche oft angegriffen werden und nicht absterben, erreichen nie eine bedeutende Höhe, indem, wie namentlich Ratzeburg genauer ausführt (F. II, S. 153—158), bedeutende Störungen in der normalen Triebausbildung erfolgen. Allgemein wird ferner hervorgehoben, daß infolge wiederholten Kahlfraßes oft Zweigspitzen und Äste in den Kronen alter Eichen dürr werden und so eine Rückbildung der Kronen erfolgt, die nach und nach ganz üble Mißgestalten annehmen können (Volz 1926).

Ein Absterben der Bäume als direkte und alleinige Folge des Wicklerfraßes ist nur selten beobachtet worden. Solches wird aus Westfalen einmal gelegentlich für einzelne Bäume in jüngerem Stangenholzalter berichtet, ebenso aus dem Rheinland.

Dagegen spielt der Wickler als Glied in einer Kette schädigender Einwirkungen in der Ätiologie des in der neueren Zeit in verschiedenen Gegenden (vor allem Westfalen) immer mehr um sich greifenden Eichensterbens zweifellos eine nicht unwesentliche Rolle. Falck (1920) unterscheidet für den Verlauf der tödlichen Eichenerkrankungen drei Phasen:

1. physiologische Schwächung (Durstperiode, Raupenfraß, Spätfröste usw.),
2. parasitäre Vorerkrankung (Mehltau, Buprestiden) und
3. parasitäre Enderkrankung (Rindenpilz, Hallimasch).

Wenn auch nicht alle diese Phasen überall festzustellen waren, so war doch meist Wicklerfraß vorhanden.

Bezüglich der Bedeutung des Wicklerfraßes als dispositionsschaffend für Mehltau macht Falck darauf aufmerksam, daß für gewöhnlich nur ein- bis zweijährige Sämlinge und junge Loden durch den Eichenmehltau total befallen und getötet werden, ältere Pflanzen dagegen nur dann, wenn sie sich bei besonderer physiologischer Disposition, d. h. in geschwächtem Zustand befinden. Ein solcher wird aber durch wiederholten Kahlfraß durch den Wickler herbeigeführt, in besonders verstärktem Maß natürlich, wenn der Fraß in Dürrjahre fällt. Die Annahme eines Zusammenhanges zwischen Wicklerfraß und Mehltau scheint auch dadurch eine Bestätigung zu erfahren, daß, wie Falck mehrfach feststellte, dem Grad des ersteren auch der Grad der Pilzinfektion entsprach. Nach Baltz (1918) ist die 2. der Falckschen Phasen, die parasitäre Vorerkrankung (Mehltau, Buprestiden) durchaus nicht notwendig, um zur Enderkrankung zu führen; es kann diese (Hallimasch) auch direkt auf den Wicklerfraß und Durstperioden folgen. Endlich kann aber das Absterben auch schon in der 2. Phase erfolgen, wie Gasow speziell in den auf besten und feuchtesten Böden stockenden Beständen zu beobachten Gelegenheit hatte. Hier mußte der starke Wicklerfraß eine besonders tiefgreifende physiologische Wirkung auf die Bäume ausgeübt haben (vor allem in dem Dürrjahr 1921); das Eichensterben trat ohne Dazukommen von Mehltau als Folge von Buprestidenfraß ein. Wir haben demnach verschiedene Wege, die zum Eichensterben führen, deren Ausgangspunkt aber stets der Wicklerfraß ist, nämlich:

Wicklerfraß (bzw. Dürrjahre) — Mehltau (oder Buprestiden) — Hallimasch oder Rindenpilz.

Wicklerfraß (bzw. Dürrjahr) — Hallimasch.
Wicklerfraß (bzw. Dürrjahr) — Buprestiden.

Es braucht natürlich nicht immer der Wickler allein zu sein, der den ersten Anstoß gibt, sehr häufig helfen andere Raupen beim Kahlfraß mit, wie Goldafter, Schwammspinner[1]).

Welchen Umfang das Eichensterben infolge der angeführten Schädigungen in Westfalen stellenweise angenommen hat, geht aus folgendem Beispiel hervor: Im Gräflich von Stolbergschen Forstrevier Diersfordt (Wesel) mußten in zusammen 3,04 ha 130 jährigem, frohwüchsigem, lichtem Eichenbestand wegen Absterbens ausgehauen werden:

1921:	90 Stämme mit Sa. 122 fm
1922:	54 „ „ „ 100 „
Sa.	144 Stämme mit Sa. 222 fm.

Geschichtliches[2]).

Übersicht über die wichtigsten Viridana-Kalamitäten in Deutschland.

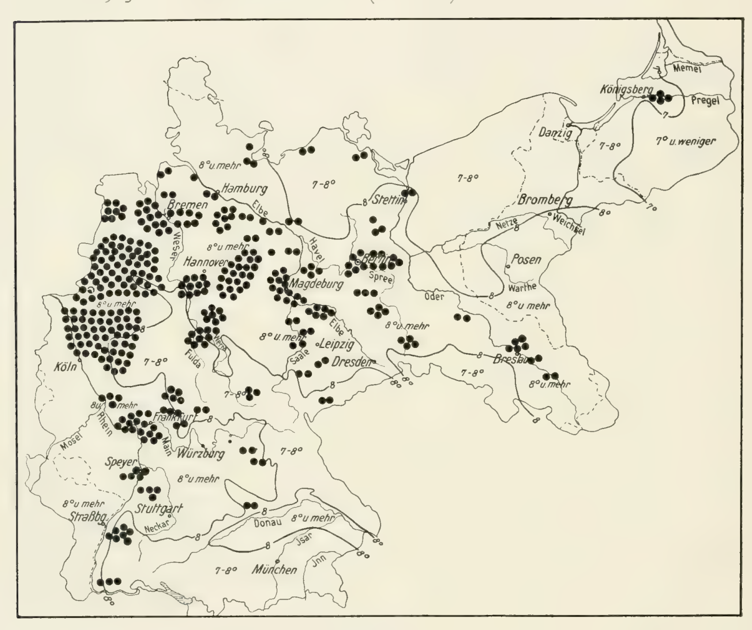
1744	Thüringen (Bechstein, 1805).
1798	Thüringen (Bechstein, 1805).
1826—1836	Magdeburger Elbforsten (Meyerinck, 1836).
1827—30	Hannover-Braunschweig.
1854	Pommern (Heß-Beck).
1856	Hessen.
1858	Odenwald (Gasow).
1858/59	Pommern (Wiese, 1861).
1862—1864	Berliner Tiergarten (Israel, 1906, Wahnschaffe, 1864).
1867—69	Berliner Tiergarten (Israel, l. c.).
1869—72	Thüringen (Werneburg, 1873).
1880—90[3])	Westfalen (Renne, 1890, Herwig, 1913, Gasow, 1925).
1884	Pommern (Allg. F. und Jagdztg. 1887, S. 68).
1888	Ganze westliche Hälfte Westfalens, durch das Ruhrtal hinauf bis zu 1200 Fuß. (Forstl. Bl. 1889.)
1889	Hessen (Heß-Beck).
1889	Bayern (Heß-Beck).
1890	Pommern (Renne, 1890).
1890	Thüringen (Nitsche).
1891	Brandenburg (Heß-Beck).
1902	Schlesien (Eckstein, 1907).
1902	Hannover-Braunschweig (Eckstein, 1907).
1903	Posen (Eckstein, l. c.).

[1]) Oft sind es die letzteren allein, die den Kahlfraß bewirken und so den Ausgangspunkt für die verschiedenen zum Eichensterben führenden Erkrankungen bilden (s. hierüber Klimesch, 1924).

[2]) Bei der Bearbeitung der geschichtlichen Übersicht und vor allem der Verbreitungskarte fand ich weitgehende Unterstützung durch Herrn Dr. Gasow, wofür ich auch an dieser Stelle danken möchte.

[3]) In Westfalen fand schon Dezennien vor 1875 starker Wicklerfraß statt.

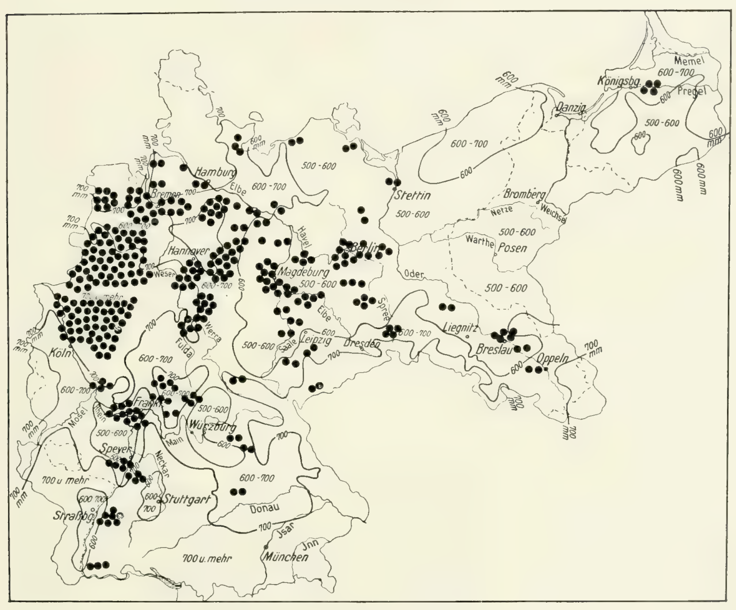
1903	Das Jahr 1903: Beginn einer langjährigen Fraßperiode im westlichen Teil Westfalens (Baumgarten, 1912).
1904	Ostpreußen und Westpreußen (Eckstein, l. c.).
1904/05	Schlesien (Heß-Beck, Rockstroh, 1906).
1904—08	Ostthüringen (Gasow).
1905	Sachsen (Ende 1905).
1905	Saarbrücken (Schneider, 1905).
1905	Anhalt, Ballenstedt, Gernrode (Prediger, 1905).
1905	Hessen-Nassau (Gasow).



Karte 1.
Gradationskarte des Eichenwicklers: Schadgebiet und Jahresisothermen.

1905—10	Württemberg, Herrenberger Revier (Volz, 1926).
1905—13	Westfalen (D. F. Z. 1912, S. 835, Herwig, 1913).
1906	Mackenzell bei Kassel (Eberts, 1906).
1906	Gonsenheimer Wald bei Mainz (Schuster, 1906).
1906—12	Rheingebiet von Koblenz bis Basel (Wild, 1916).
1907	Odertal (Schlesien) (Großer, 1908).
1907	Wetterau, Hessen (Reh, 1907).
1907	Brandenburg (Gasow).
1908	Rheinpfalz (Lynker, 1908).
1908	Geisenheim (Lüstner, 1909).

1908	Württemberg (Gasow).
1915	Westfalen (Wolff).
1916	Rheinland-Westfalen (Otto, 1916, Eicke, 1916).
1916—18	Hannover (s. Ritter).
1918	Sachsen (Gasow).
1920	Südliches Oldenburg.
1920/21	Hannover-Braunschweig (s. Ritter).
1921	Ostpreußen, Schlesien (besonders in der Oderniederung). Ferner Baden (Gengenbach) und Braunschweig (Lehre).



Karte 2.
Gradationskarte des Eichenwicklers: Schadgebiet und Jahresniederschlagsmenge.

1923—25	Württemberg, Herrenberger Revier (Volz, 1924).
1923—26	Westfalen, Lippe (Baumgarten, 1924).
1922—24	Hannover (Stotel), Brandenburg, Schlesien (Oppeln).
1924—27	Bayern. Im Spessart teilweise Lichtfraß. In Mittelfranken vielfach der reiche Blütenansatz durch Kahlfraß vernichtet. Auch in Oberfranken stärkerer Fraß.
1925	Zahlreiches Vorkommen, hauptsächlich im Nordwesten und Westen. „Besonders hatten Hannover, Bremen, Oldenburg und Teile von Westfalen und Rheinland

unter der Kalamität zu leiden. Vereinzelt starkes Auftreten wurde südlich bis zur Donau, östlich bis zur Oder beobachtet. Aus Hannover meldeten die Kreise Bentheim, Weener, Diesholz und Northeim fast völligen Kahlfraß. In Osnabrück und Lingen wurden 70—80% der Eichen befallen. Über stärkeren Kahlfraß berichteten die Kreise Celle, Fallingbostel, Hameln, Lüneburg, Rotenburg und Winsen. In Westfalen kam es in den Kreisen Tecklenburg, Borken und im Landkreis Münster zu erheblichem Fraß. Sogar im Sauerland, in bisher gemiedenen Stellen, hat der Wickler gefressen. Auch aus dem Bergischen Land wurde zum großen Teil Kahlfraß gemeldet, so besonders aus den Kreisen Wipperfürth, Gummersbach, Waldbröl, Altenkirchen und dem Landkreis Mülheim a. Rh. Örtlich begrenzte Schäden mit teilweise erheblichem Kahlfraß traten in Bismark (Kr. Stendal), Sargstest (Kr. Halberstadt), Saalkreis, Querfurt, Wernigerode (in den Eichenwaldungen des Harzrandes), Schleusingen, Neuhaldensleben, Genthin (Kr. Jerichow II), Steinau (Kr. Schlüchtern) und in Oberhessen, ferner in Nenkersdorf, Swepnitz, Auerbach i. V. und Oppitz (Freistaat Sachsen) und Schmölln (Thüringen) zutage" (Goffart, 1927).

1927 Hessen-Nassau, Rheinprovinz Oldenburg vereinzelt. (Nachrichtenblatt für D. Pfl. 1927, S. 82.)

1928 Auffallend stark in den Mittel- und Auewaldungen des mittleren Rheintales, namentlich in der Gegend von Offenburg. (Nachrichtenblatt f. D. Pflanzenschutzdienst 1928, S. 68.)

Viridana-Kalamitäten in außerdeutschen Ländern.

Der Engländer Rennie (1836) beschreibt einen Kahlfraß in Kent vom Jahre 1827 und Nördlinger (1856) ein Massenvorkommen des Eichenwicklers in der Bretagne (1843—45). Necola (1855) berichtet über einen Kahlfraß an Eichen im Jahre 1854 auf vorzüglichem Eichenboden in Böhmen (Domäne Pürglitz). In den 60er Jahren ist der Eichenwickler wieder in Frankreich und 1895 wieder in England in starker Massenvermehrung aufgetreten (Girard, 1895, Barret 1896).

Köppen (1880) berichtet einiges über die Eichenwickler-Kalamitäten in Rußland: an der Südküste der Krim 1853, 64 und 75 im Gouvernement Lomza (1869 30 Deßjatinen völlig kahlgefressen), in den vierziger Jahren in Kurland („wie verheerendes Wipfelfeuer"), auf der Insel Ösel und im Gouvernement Tula.

In den Anfangsjahren unseres Jahrhunderts fand in Schweden im Tiergarten zu Stockholm ein stärkerer Fraß statt, 1903 wieder in Frankreich, und zwar zu gleicher Zeit in weit voneinander entfernten Gegenden (Henry, 1903). In den Eichenwäldern von Chassagne bei Orbe hat sich der Fraß bis 1908 ausgedehnt (Barbey, 1906/07). Auch der Waadtländer Jura hatte

nach demselben Autor seit 1903 stark unter *viridana*-Fraß zu leiden, der sich gleichzeitig über Savoyen ausdehnte. Auch in Belgien trat 1904 eine allgemeine Vermehrung ein, die 1905 ihren Höhepunkt erreichte (Poskin, 1905). Um die gleiche Zeit hat auch England wieder schwere Kalamitäten erlebt, die die Landwirtschaftsgesellschaft Großbritanniens veranlaßte, einen Preis für die Bekämpfung auszusetzen.

In Italien machten sich nach Cecconi größere Schäden erst seit dem Jahre 1911 bemerkbar, und zwar in den Provinzen Venedig, Piemont, Toscana, Emilie und auch in den südlichen Teilen des Landes. Vielfach führte der Fraß zum Absterben von kleineren und größeren Beständen, so z. B. in der Provinz Venedig, wo von 700 befallenen Hektar ca. 350 abstarben (infolge Hinzutretens sekundärer Schädigungen, wie *Chermes roboris*, Mehltau usw.). In den Jahren 1915/16 trat der Eichenwickler im Osten Frankreichs „als furchtbare Geißel der Eichenwälder auf“, wo er große Verwüstungen anrichtete. Endlich weiß 1919 Sedlaczek über ein starkes *Viridana*-Auftreten in der Wiener Gegend zu berichten.

Bekämpfung.

Die Erkenntnis, daß der Eichenwickler in der Ätiologie des Eichensterbens eine wesentliche Rolle spielt (insofern, als sein Fraß zur Grundlage weiterer Erkrankungen werden kann), führt uns dazu, heute den Eichenwickler unter die schlimmen forstlichen Großschädlinge einzureihen und dementsprechend uns auch mit den Bekämpfungsmaßnahmen einzustellen, d. h. mit allen uns zur Verfügung stehenden Mitteln, soweit sie wirtschaftlich tragbar, gegen den Schädling vorzugehen.

Zur Erzielung einer größeren Widerstandsfähigkeit der Eichenbestände schlägt Gasow die Aufzucht gemischter Bestände vor, wie sie ja auch gegen andere Schädlinge heute allgemein gefordert werden. „Vielleicht ist es auch möglich, stellenweise systematisch nur eine Verjüngung der am spätesten austreibenden Eichen (eventuell Traubeneichen) zu begünstigen.“

Daß in Eichenwicklergegenden durch weitgehendsten Vogelschutz zur Vorbeugung beizutragen ist, braucht kaum besonders betont zu werden.

Bei bedrohlichem Auftreten wird man heute aber nicht zögern dürfen, zur chemischen Bekämpfung zu greifen und die befallenen Eichenbestände mit einem gebräuchlichen Arsenpräparat zu bestäuben, sei es vom Flugzeug aus, sei es vom Boden aus mit Hilfe eines Motorverstäubers. Eine über ca. 1900 ha sich erstreckende „Flugzeugbekämpfung“ wurde im Jahre 1926 in den Oberförstereien Haste und Bischofswalde ausgeführt, und zwar durch die Firma Güttler (Hamburg), die das 40%ige Kalziumarseniatpräparat Silesia dazu verwandte. Krieg (1927) gibt über diese Bekämpfungsaktion eine anschauliche Schilderung, aus der einige Stellen wiedergegeben seien:

„Am Abend des 7. und am Vormittag des 8. Mai wurden über 100 ha der Försterei Hödingen (Bischofswald) behandelt. Auf den Hektar kamen hier bei diesen sowie den folgenden Behandlungen ca. 20 kg eines Kalziumarsenpräparates mit einem Mindestgehalt von 70% Trikalziumarseniat, das sind 40% Arsensäure oder 24% Arsen. In der Zeit bis zum 9. schwankte die Temperatur zwischen 2,4 und 14,6° C. Vom 9. auf 10. fiel ein stärkerer Regen, der das Gift fast völlig von den Bäumen abwusch. Kontrollen am 10. und 11. ergaben in den behandelten Parzellen gegen 80% tote *viridana*-Raupen in den Wickeln (aus 163 Wickeln; die Zahl der tot zu Boden gefallenen Tiere war nur gering, wie aus den Zählungen auf

untergelegten Papieren hervorging, und betrug höchstens wenige Prozent). In den Randgebieten der befallenen Zonen verringerte sich der Prozentsatz der toten Raupen zusehends, während in den unbehandelten Gebieten keine toten in den Wickeln gefunden wurden. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu meinen eigenen Beobachtungen des Vorjahres in Sorau. Dort war die Wirkung gegen die Wicklerraupen nach zweitägigem Liegen des Giftes eine vollkommene. Allerdings war die Temperatur hier 25—30° C und die Raupen, die fast ausgewachsen waren, in stärkster Fraßtätigkeit. In Hödingen dagegen saßen die Raupen (2.—3. Häutungsstadien) bei der Kälte ruhig in ihren Wickeln und fraßen wenig oder gar nicht. Die wenige Nahrung entnahmen sie zudem noch dem Innern des Wickels, das von dem Gift nicht oder kaum getroffen war. Es ist ferner anzunehmen, daß sich die Häutung der Raupe bei kühlerer Temperatur länger hinzieht und dadurch der Schädling längere Zeit nicht zum Fressen kommt. Die niedergehenden Regen machten eine längere Einwirkung unmöglich. Bei Versuchen in Gläsern unter den selben Temperaturverhältnissen blieben von den eingesetzten Tieren ebenfalls 10—20% am Leben, wenn man die Räupchen in den bestäubten Wickeln beließ und nach drei Tagen in frisches, unbehandeltes Laub setzte.

Die Arbeiten wurden am 14. fortgesetzt. Der Erfolg vergrößerte sich mit steigernder Temperatur. So betrug die Abtötung in dem Revier Bischofswald schon nahezu 100%. Der Kotfall, der hier vor der Behandlung zwischen 0,25 und 1,25 ccm pro Quadratmeter geschwankt hatte, ging auf $^1/_4$, $^1/_5$, $^1/_8$ $^1/_{15}$ und sogar $^1/_{100}$ zurück, während er in den unbehandelten Teilen in derselben Zeit auf das Vier- bis Zehnfache stieg.

In Haste entfalteten die Raupen vor dem Beginn der Bestreuung eine lebhafte Fraßtätigkeit, nur in den kühlen Morgenstunden hörten Fraß und Kotfall auf. Der Kot bedeckte Pirschpfade und Wege. Die Behandlung fand hier zwischen dem 22. und 31. Mai und am 7. Juni statt. Die Temperatur schwankte zwischen 5,5 und



Abb. 216 A. Mit Calciumarseniat (mit Motorverstäuber) bestäubter Eichenwald, vollkommen begrünt. Nach Gasow.



Abb. 216 B. Nicht behandelter, von *T. viridana* L. kahlgefressener Eichenwald. Nach Gasow.

21,5 Grad und war meist hoch. Mindestens alle zwei Tage gingen Regengüsse nieder, oft wurde das Mittel schon nach einigen Stunden abgewaschen. Trotzdem war der Erfolg ein guter. Es zeigte sich hier, daß bei genügender Wärme eine volle Wirkung eintritt, selbst wenn das Mittel nicht länger als einen Tag liegen bleibt. Schon in den ersten Tagen nach der Behandlung ließ der Kotfall deutlich nach und hörte nach 2—3 Tagen gänzlich auf. In den bestäubten Gebieten gingen die Raupen sämtlich ein, während sie sich in den unbehandelten Gebieten normal entwickelten und ihr Zerstörungswerk fortsetzten.

Bei Versuchen in Gläsern zeigte sich hier, daß die Tiere in normal bestäubten Wickeln unter Freilandtemperatur sämtlich eingingen, selbst wenn man sie nach drei Tagen an unbehandeltes Futter setzte. Auch von Bischofswald mitgebrachte Tiere verhielten sich ebenso. Die Kontrolltiere dagegen entwickelten sich größtenteils schnellstens, verpuppten sich und lieferten normale Schmetterlinge.

Es war für den vollen Erfolg natürlich von größter Wichtigkeit, daß die Arbeiten trotz ungünstiger Witterung beendet werden konnten, ehe die Verpuppung begann. Nur in kleinen Teilen des Reviers Auhagen kam ein geringer Prozentsatz der Raupen zur Verpuppung."

Allerdings ist darauf zu achten, daß die Bestäubung bei hinreichender Wärme, am besten bei 15^0 und mehr auszuführen ist, da nur dann die Raupen eine lebhafte Fraßtätigkeit entfalten und in kurzer Zeit dem Gift zum Opfer fallen.

Infolge der unerwünschten Nebenwirkung der 40%igen Präparate auf warmblütige Tiere aller Art (Rehe, Hasen, Kaninchen, Vieh usw.) verwendet man, wie oben schon gesagt, heute nur noch schwächere Präparate, die nach Gasows Versuchen ebenfalls sehr rasch tödlich auf die Eichenwicklerraupen wirken.

Gasow (1926) hat mit einem 14%igen Calciumarseniatpräparat (Stoltzenberg) gearbeitet, das von unten mit einem Motorverstäuber verstäubt wurde. Der Erfolg war ein augenfälliger: Nach zwei Wochen wurde festgestellt, daß der bestäubte Teil des Bestandes (70—80jährige, durchschnittlich 20 m hohe Eichen) sich begrünt hatte, während der unbestäubte kahlgefressen wurde und erst durch den Johannistrieb zur Begrünung gelangte.“ „Das sich darbietende Bild (Abb. 216A. u. B) erregte bei einer Besichtigung und Vorführung des Motorverstäubers vor zahlreichen Waldbesitzern und Sachverständigen großes Aufsehen und lebhaftes Interesse.“

Neben der Bekämpfung der Raupen hat Gasow auch eine Winterbekämpfung der Eier durch Bespritzen mit verschiedenen Spritzmitteln in Betracht gezogen. Wenn dabei auch mit verschiedenen Mitteln, wie Antisual und dem wasserlöslichen Baumkarbolineum Florium (10 Teile der Ausgangslösung auf 100 Teile des spritzfertigen Mittels), gute Erfolge erzielt wurden, so dürfte diese Bekämpfungsart in der großen Praxis nicht in Frage kommen bzw. der Bestäubung gegen die Raupen wirtschaftlich weit unterlegen sein.

Tortrix loefflingiana L.

Taf. II, Fig. 10.

Falter: Vorderflügel heller oder dunkler ockergelb bis hellgelb, mehr oder weniger reichlich fein braun quergerieselt, besonders im Saumfeld. In der Zeichnung sehr variabel. Gewöhnlich mehrere dunkelbraune Schräglinien, von denen die basale nur schmal und kurz, die beiden anderen viel breiter sind (Abb. 217). Die var. *ectypana* Hb. entbehrt diese dunklen Zeichnungen bis auf einige Querwellen. Spannweite 14—18 mm.



Abb. 217.
Tortrix loefflingiana L. $2^1/_2\times$.

Raupe (Abb. 218A) blaßgrün bis bräunlichgrün, Kopf, Nackenschild und Warzen, die etwas größer sind als bei *viridana* L., schwarz. Länge erwachsen 8 mm.

Puppe ziegelrot, am Kopf und Thorax ins bräunliche gehend. Hinterleibssegmente mit feinen Borsten und Dornen (Abb. 218B). Länge 6,5 bis 7 mm.

Eier (Abb. 218C) elliptisch, flach, gelb. Länge 0,8, Breite 0,65 (Silvestri).

Die über Mittel- und Südeuropa, Livland, Schweden, den Kaukasus und Kleinasien verbreitete Art wurde von Silvestri (1923) in Italien als Eichen-

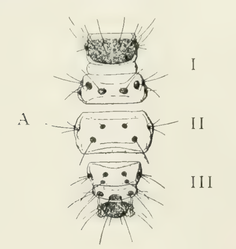






Abb. 218. *Tortrix loefflingiana* L. A einzelne Raupensegmente (I Pro- und Mesothorax, II 3., III 8.—10. Abdominalsegment), B Puppe, C ein Eigelege. Nach Silvestri.

schädling beobachtet und eingehend beschrieben nach seinen Entwicklungsstadien, seiner Bionomie usw.

Der Falter fliegt von Juni bis August, legt seine Eier an die Rinde kleiner Zweige und bedeckt sie mit Detritus, mit Schuppen, jedoch nicht so vollständig wie bei *viridana*. Die Raupe lebt in zusammengesponnenen und gerollten Blättern (Mai—Juni).

Befallen werden verschiedene Eichenarten. Bei starker Vermehrung kann es zu Kahlfraß kommen; Silvestri vermutet, daß mancher Kahlfraß von *loefflingiana* auf *viridana* geschoben wird. Da *loefflingiana* auch bei uns nicht selten vorkommt, sei auf diese Form aufmerksam gemacht. Siehe auch *Cacoecia xylosteana* L. (S. 224).

Tortrix viburniana Schiff.

Taf. II, Fig. 11.

Falter: Die Vorderflügel des ♂ breiter als die des ♀, Costa gleichmäßig gebogen, Saum wenig schräg; Vorderflügel des ♀ schmäler, Costa geschwungen, Saum viel schräger. Färbung der Vorderflügel beim ♂ lehmgelblich bis dunkelgrau, mit dunkleren (braunen oder rostfarbigen) Wellenlinien, mitunter auch noch mit dunklerem Schrägband und verdunkelter Flügelspitze. Beim ♀ Vorderflügel lebhafter ockergelb bis zimtbraun, im Mittelteil aufgehellt; Wellenlinien können ganz fehlen, können aber auch kräftig entwickelt sein. Schrägbinde bald komplett, bald nur bis zur Hälfte reichend. Hinterflügel grau, Fransen heller.



Abb. 219. *Tortrix viburniana* Schiff. $2^1/_2\times$.

Raupe dunkel blaugrau oder olivgrün, seitlich gelblich mit hellen Börstchen, Kopf hellbraun, hinten fein schwarz gerandet, Nackenschild von Körperfarbe mit feinen, schwarzen Punkten, Analschild gelblich, schwarz gestrichelt.

Puppe am Hinterrand der Hinterleibssegmente mit auffallend langen Haaren.

Die für gewöhnlich an Heidekräutern (*Vaccinium, Calluna, Andromeda, Ledum, Lysimachia* usw.) lebende Raupe geht zuweilen auch Koniferen an.

Den ersten Fall in dieser Beziehung teilt Ratzeburg (1861) mit: Im Danziger Regierungsbezirk, und zwar im Revier Darszlub, trat im Jahre 1856 der genannte Wickler[1]) sehr häufig auf einer ca. 50 Morgen großen Schonung an den Maitrieben der Kiefern auf. „Letztere waren von der Raupe auf die sonderbarste Weise versponnen, zopfförmig, d. h. die Quirltriebe waren mit dem Kronentrieb zu einer Masse, einem langen Federbusch ähnlich, verklebt, und in diesem Gewirr von Nadeln lebte die Raupe. Gegen Ende Juli gab es noch Raupen, jedoch auch schon Puppen. Die Schmetterlinge flogen etwa in der Mitte des Juli." „Im nächsten Jahr wurde das Insekt nicht mehr bemerkt; die Maitriebe blieben verbogen, hatten sich sonst aber entwickelt."

Später, in den 70er Jahren (1876—1880), wurde noch einmal ein Massenauftreten von *viburniana* an Koniferen beobachtet, und zwar in den forst-

---

[1]) Die Falter waren von Zeller bestimmt, so daß an der Richtigkeit der Bestimmung nicht zu zweifeln ist.

lichen Baumschulen der südlichsten Küstendistrikte Norwegens. Befallen wurden hier junge Fichten und Kiefernpflanzen *(Pinus sylvestris* und *montana)* und auch Lärchen. Die Raupen gingen vom Heidekraut auf die Koniferen über, an deren Jahrestrieben sie sowohl die Nadeln, als teilweise auch die zarte Rinde verzehrten. Außerdem „scheinen sie gleichzeitig auch verschiedene Laubbäume angegangen zu haben." (Schöyen 1893).

Tortrix wahlbomiana L.

Taf. II, Fig. 12.

Falter (Abb. 220) in Größe, Flügelschnitt und Zeichnung ungeheuer variabel. Grundfarbe von weiß bis dunkelgrau und bräunlichgrau. Zeichnungen mehr oder weniger abstechend, schärfer oder verschwommen, hellbräunlich bis schwärzlich, mehr oder weniger mit schwarzen Punkten durchsetzt. Spannweite 16—23 mm.



Abb. 220. *Tortrix wahlbomiana* L. $2^1/_2 \times$.

Raupe gleichfalls stark abändernd, weißlich, weißgrün, grasgrün, oliv, schwarzgrün; die helleren Formen auch auf den einzelnen Segmenten schwärzlich bewölkt. Wärzchen kräftig, schwarz, der Kopf hellbraun, Nackenschild bei heller Körperfarbe gelblich, braun gefleckt oder gesäumt, bis ganz schwarzbraun, fein weiß geteilt. Analschild von Körperfarbe bis schwarzbraun. Die Raupe hat die für Wickler seltene Gewohnheit, sich bei Berührung zusammenzurollen.

Diese weitverbreitete und nirgends seltene Art wurde von Ratzeburg (1861) in die Forstentomologie eingeführt auf Grund einer Mitteilung, wonach die Raupen in der Gegend von Karlsbad einen Fraß an „Hängebuchen" verursacht haben. In seinen „Waldverderbern" führt er *wahlbomiana* als Birkenfeind an. Für gewöhnlich lebt die Raupe an den verschiedensten niedern Pflanzen[1]).

Literatur über Tortriciden I.

Tortricinae.

Gattung *Acalla* bis *Tortrix*.

Altum, 1888, Feinde des Buchenaufschlages. Z. f. F. u. J., S. 33.
Anonymus, 1863, Der Tannenwickler. Böhm. Vereinsschr. Heft 45, S. 85.
—, 1891, Ein neuer Forstschädling. D. prakt. Forstw. f. d. Schweiz. S. 187—188.
Backe, 1925, Eichenwicklerplage. D. F. Z., S. 630.
Baer, W., 1910, *Acalla ferrugana* Tr. In: Escherich und Baer, Tharandter Zool. Miscellen. N. Z. f. Forst- und Landw., 168—172.
Baltz, 1913, Die Eichenerkrankungen in Westfalen. Z.f. F. u. J.

[1]) Im Juni 1930 wurden uns vom bayerischen Forstamt Absberg junge einjährige Kiefernpflanzen zugesandt, deren Nadeln versponnen und deren Triebe zum Teil ausgefressen waren. Wir dachten zunächst an *Tortrix politana* Hw., doch stimmte hiermit weder die Jahreszeit, noch auch das Fraßbild überein. Die wenigen ausgekommenen Weibchen ließen uns dann auch erkennen, daß hier ein anderer Wickler tätig war, nämlich höchstwahrscheinlich *Tortrix wahlbomiana* L. Bei der großen Variabilität der Flügelzeichnung dieser Art ist jedoch eine sichere Bestimmung nur durch Untersuchung der männlichen Genitalien möglich, die aber leider in diesem Fall aus Mangel an Männchen nicht ausgeführt werden konnte. Es ist daher auch möglich, daß es sich um die nahverwandte *incertana* Tr., die auch stark polyphag und allenthalben recht häufig ist, handelte.

Barbey, A., 1906/07, Schädigungen des grünen Eichenwicklers in den Niederwaldungen am Fuße des Waadtländer Jura. Schweiz. Ztschr. f. Forstw. 57.
Barret, C. G., 1896, The recent abundance of *Tortrix viridana*. Ent. Monthl. Mag. VII.
Baumgarten, 1912, Das Absterben der Eichen in Westfalen. Z. f. F. u. J.
—, 1924, Das Auftreten des Eichenwicklers in Westfalen. D. F. Z., S. 597.
Bechstein u. Scharfenberg, 1805, Vollständige Naturgeschichte der schädlichen Forstinsekten. 3. Teil.
Borgmann, 1893, Neuere Beobachtungen über die Eschenzwieselmotte usw. F. N. Z.
Bourgeois, C., 1892, Der Tannenwickler. D. prakt. Forstw. f. d. Schweiz. S. 5—10.
Bordas, L., 1917, Sur le role des Ichneumonides dans la lutte contre parasites des arbres forestières. Cpt. rend. Ac. Sc. 164.
Eberts, 1906, Der Star als Vertilger des Eichenwicklers. Allg. F. u. J.
Eckstein, K., 1906, *Tortrix duplana*. D. F. Z. XXI. S. 506.
—, 1907, Das Auftreten forstlich schädlicher Tiere in den Königl. Preuß. Staatsforsten in den Jahren 1902 und 1903. Z. f. F. u. J. S. 333.
—, 1928, Neue Schädlinge an jungen Kiefern. D. F. Z. Bd. 43. Nr. 24.
Efd. 1925, Der Eichenwickler. D. F. Z. S. 609.
Eicke, 1916, Der Eichenwickler im rheinisch-westfälischen Industrierevier. D. F. Z.
Ende, 1905, Der Eichenwickler. D. F. Z. S. 832.
Eulefeld, 1909, Beobachtungen im Walde. 1908. Allg. F. u. J. S. 145.
Falck, 1918, Eichenerkrankungen in der Oberförsterei Lödderitz und Westfalen. Z. f. F. u. J.
—, 1920, Über das Massensterben der deutschen Eichen. Mitt. d. D. L. G. S. 221.
Fankhauser, 1893, Über das gegenwärtige Auftreten der Tannentriebwickler in der Schweiz. F. N. Z. II. 129—134.
Gasow, H., 1925, Der grüne Eichenwickler (*Tortrix viridana* L.) als Forstschädling. A. Biol. R. A. XII. Heft 6.
—, 1926a, Forstentomologische Untersuchungen. I. Ergänzende Feststellungen an *Tortrix viridana* L. Ebenda.
—, 1926b, Versuche zur Bekämpfung des grünen Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) mittels eines Motorverstäubers. A. Biol. R. A. XV. Heft 1.
Girard, M., 1865, Observations sur les dégâts causés par la *Tortrix viridana*. Ann. Soc. Ent. Fr. 4. Ser. T. 5.
Goffart, 1927, Tierische Schädlinge. Mitt. Biol. R. A. Heft 32.
Grevillius, 1905, Zur Kenntnis der Biologie des Goldafters und die durch denselben verursachten Beschädigungen. Bot. Centralbl. Beiheft 18, 2.
Großer, W., 1908, Schädlinge an Kulturpflanzen aus Schlesien im Jahre 1907. — 85. Jahresber. Schles. Ges. f. vaterl. Kult. Abt. 2. 13—19.
Guse, 1891, Insektenschädigungen an Weißtannen. Ctrbl. f. d. g. Fw. XVII.
Hancock, 1926, Parasites and Hyperparasites of *Tortrix viridana* L. Ent. Monthl. Mag. 26—28 (R. a. E. XIII. S. 162).
Henry, E., 1903, Invasion de la tordeuse du chêne (*Tortrix viridana* L.). Rev. des eaux et forêts. T. 42.
Hepp, 1883, Der Weißtannentriebwickler. Forstw. Centralbl. 317—320.
Herwig, 1913, Der Eichenwicklerfraß in Westfalen. Allg. F. u. J.
Hey, 1914a, Das Absterben der Eichen in Westfalen. Silva.
—, 1914b, Das Absterben der Eichen in Westfalen. Z. f. F. u. J. S. 595 ff.
Israel, 1906, Zu den Mitteilungen: Bekämpfung einer Eichenwicklerepidemie. Ornith. Monatsschr. 31. Bd.
—, 1909, Über den Fraß von *Tortrix viridana* in Ostthüringen in den Jahren 1904—1908. Ebenda. 34. Bd.
Joly, 1906, Insektenschäden. D. F. Z. XXI. S. 543.
—, 1913, Das Absterben der Eichen in Westfalen. D. F. Z. S. 792 ff.

—, 1914, Das Absterben der Eichen in Westfalen. Ebenda. S. 137 ff.
J. H., 1892, Zum Auftreten des Tannenwicklers. D. prakt. Forstw. S. 54—55.
Kennel, J., 1908—1921, Die paläarktischen Tortriciden. Zoologica. Stuttgart.
Klimesch, Jos., 1924, Eichensterben in Jugoslawien. Wien. F. u. Jgdz.
—, 1924, W. a. F. u. Jgdz.
Koch, W., 1859, Über *Tortrix caprimulgana.* Vereinsschr. böhm. Forst-, Jagd- u. Naturkunde. H. 33, S. 55—62, H. 35, S. 29—31 u. H. 38, S. 44—45.
—, 1863, Über Forstverheerungen durch *Tortrix histrionana.* Amtl. Bericht.
Köppen, 1880, Die schädlichen Insekten Rußlands.
Komárek, 1921, *Tortrix viridana.* Ochr. Rostl. Prague.
Krieg, H., 1927, Zur Flugzeugbekämpfung des Eichenwicklers *(Tortrix viridana* L.) mit Kalziumarseniat. — Anz. f. Schädlk.
Krauße, A., 1928, Ein neuer Schädling an einjährigen Kiefern. Forstarchiv. Heft 14.
Laubinger, 1912, Auftreten des Eichenwicklers und der Eichenrindenschildlaus im westfälischen Industriegebiet. D. F. Z. S. 835.
Lüstner, G., 1909, Insekten- u. Pilzschäden in unseren Eichenwäldern. D. Landw. Presse 36. Nr. 26.
Lyncker, 1908, Eichenwickler und Traubeneiche. N. Z. f. F. u. L.
Meyerinck, von, 1836, Auftreten des Eichenwicklers in den Magdeburger Forsten. Pfeils Kr.-Bl. 10. Bd.
Mitterberger, 1910, Zur Kenntnis der ersten Stände von *Cacoecia histrionana* Froel. — Z. f. w. Insektenbiol. S. 353.
Mütze, L., 1924, *Tortrix viridana* L. Int. Ent. Z. XVIII.
Necola, 1855, Beobachtungen beim Vorkommen des Eichenwicklers. Vereinschr. d. Ver. Böhm. Forstw. H. 22.
Nördlinger, 1856, Nachträge zu Ratzeburgs Forstinsekten.
Otto, Hugo, 1916, Eichenwickler und Mehltau in niederrheinischen Waldungen. D. F. Z. 31.
Poskin, 1905, La Pyrale verte du chêne ou Tourdeuse *(Tortrix viridana).* — Bull. Soc. Belg. 312.
Prediger, 1905, Raupenfraß am Unterharz. D. F. Z. S. 735.
Ratzeburg, 1861, Insektensachen. Grunerts f. Bl., H. 2, S. 64—91.
—, 1863, Forstinsektensachen. Ebenda. H. 5.
—, 1864, *Tortrix histrionana* Fröl. und *rufimitrana* H. S. Ebenda. H. 8.
Reh, L., 1907, Insektenschäden im Frühjahr 1907. N. Z. f. F. u. L.
Renne, F., 1890, Eichenwicklerkalamität in Westfalen. Z. f. F. u. J.
Reume, J., 1836, Wunder der Insektenwelt.
Richir, 1904, La pyrale verte *(Tortrix viridana).* Bull. Soc. Belg. S. 556.
Rimsky-Korsakow, M., 1929, Beschädigungen der Bäume und Sträucher in den Parkanlagen des Leningrader Forstinstitutes. Mitt. d. Leningr. Forstinstitutes. Bd. XXXVII.
Ritter, F., 1929, Die in Deutschlands Waldungen aufgetretenen Schädlinge. Z. f. ang. Ent. Bd. XIV.
Schöyen, 1893, Über einige Insektenschädlinge der Laub- und Nadelholzbäume in Norwegen. Z. f. Pflanzenkr. S. 268.
Schneider, L., 1905, Eichenwickler, D. F. Z. S. 735.
Schulz, 1862, Über *Phalaena tortrix histrionana.* Verh. Schles. Forstvereins. S. 73—75.
Schuster, Ludwig, 1906, Feinde des Eichenwicklers. Allg. F. u. J.
Scott, H., 1922, Enemies naturales de la tordeuse verte du chêne en Angleterre. Ent. Monthl. Mag. 58. R. a. E.
Sich, A., 1915/16, Life cycle of *Tortrix viridana.* Proc. of the South London ent. and ant. hist. soc.

Silvestri, F., 1923, Contribuzioni alla conoscenza dei Tortricidi delle Querce. Boll. Lab. Zool. gen. e agr. Portici.
Smits van Burgst, C. A. L., 1926, Immuniteit bij planten voor parasitaire aantasting. Waar het wijfje von *Tortrix viridana* haar eieren legt. Tijdschr. Plantenziekten. XXXII.
Trägårdh, Ivar, 1914, Om Lonnvecklaren (*Tortrix forskaleana* L.) Medd. Nr. 90 Centralanst. etc. Uppsala 1914.
—, 1915, Bidrag till kännedomen om tallens och granens fiender bland smafjärilarna Medd. St. Skogsförsöksanstalt, H. 12.
Tramnitz, 1859, Bericht über eine forstliche Reise durch das südwestliche Deutschland. Verh. Schles. Forstv., S. 221—348.
Uffeln, K., 1924/25, Nochmals *Tortrix viridana*. Int. Ent. Z. XVIII.
Volz, 1926, Beitrag zum Vorkommen des grünen Eichenwicklers. Silva. S. 369—371.
Wachtl, F. A., 1882, Die Weißtannentriebwickler *Tortrix murinana* Hübner und *Steganoptycha rufimitrana* H. S. und ihr Auftreten in den Forsten von Niederösterreich, Mähren und Schlesien während des letztabgelaufenen Dezenniums. Mit 2 Taf. u. 5 Tabellen. Wien 1882.
Wahnschaffe, Max, 1864, Der Fraß des Kahneichenwicklers im Berliner Tiergarten vom Jahre 1863. Berl. Ent. Z. Bd. 8.
Walther, 1908, Eichenwickler und Traubeneiche. N. Z. f. F. u. L.
Werneburg, 1873, *Tortrix viridana*. Z. f. F. u. J.
Vietinghoff, A. von, 1929a, Über das Auftreten von *Eulia (Tortrix) politana* Hw. an Kiefernsämlingen. Z. f. ang. Entom. Bd. XIV.
—, 1929b, *Tortrix viridana* L. u. die Vögel. A. f. Schädlk. V.
Wiese, 1861, Kahneichenwickler. Allg. F. u. J.
—, 1886. Ebenda.
Wild, 1916, Ursachen und Wirkung. Forstw. Centralbl. Bd. 38.
Willkomm, 1863, *Tortrix ferrugana*, der rostgelbe Eichenwickler, ein neues Forstinsekt. Thar. Jahrb. 245—249.
Wolff, M., 1915, Zur Praxis der Frostspannerbekämpfung in Eichenholzbeständen. D. F. Z. S. 1023—27.
Zebrasoski, Th., 1858, Der Tannentriebwickler in den Forsten Galiziens. Jahresschr. d. westgaliz. Forstvereins VIII. S. 31—37.
Zeußner und Märtens, 1874, Mitteilungen über *Tortrix viridana*. Z. f. F. u. J.
Zlick, 1875, Korrespondenz aus Nordmähren I. Centralbl. f. d. g. Forstw. S. 492—494.

2. Unterfamilie: *Phaloniinae*.

Die 2. Unterfamilie der Tortriciden, *Phaloniinae*, ist dadurch charakterisiert, daß in den Vorderflügeln die Analis fehlt und cu_2 an oder hinter $^3/_4$ der Mittelzelle entspringt (Abb. 181 B, S. 215). Im Hinterflügel *cu* oberseits ohne Haarkamm. In der Ruhe liegen die Flügel steil dachförmig, den Körper umgebend.

Die Raupen leben fast ausnahmslos im Innern von Pflanzenteilen.

Die Unterfamilie der Phaloniinen stellt eine kleine Gruppe dar mit nur wenig Gattungen. Keine der hierzu gehörenden Gattungen hat bis jetzt forstlich eine Bedeutung erlangt. Dagegen rechnet eine Art, *Clysia ambiguella* Hb., zu den schlimmsten landwirtschaftlichen Großschädlingen („Heu- und Sauerwurm" der Winzer). Siehe Stellwaag, Die Weinbauinsekten der Kulturländer, 1928.

3. Unterfamilie: *Epibleminae*.

In der Unterfamilie der *Epibleminae* sind alle jene Wickler vereinigt, bei denen auf den Hinterflügeln der Zellhinterrand auf der Ober-

seite mit straffen Härchen besetzt ist (Abb. 221). — Auf den Vorderflügeln entspringt Ader cu_2 vor (basalwärts) $^3/_4$ der Mittelzelle. Ader *an* saumwärts deutlich ausgebildet.

Eine sehr umfangreiche Unterfamilie, deren Einteilung in Gattungen wegen des gleichmäßigen Habitus und der oft innerhalb einer Art wechselnden Aderung der Flügel sehr schwierig ist. Eine sehr weitverbreitete Zeichnung ist der sog. „Spiegel", ein oft von glänzenden Linien umsäumter heller Fleck über dem Analwinkel der Vorderflügel mit schwarzen Längsstricheln oder Punkten, ferner die Costalhäkchen, dunkle Strichel in der 2. Hälfte der *Costa* usw.

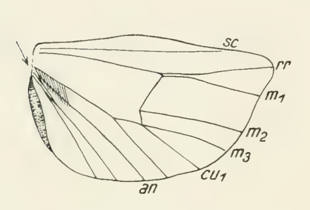


Abb. 221. Hinterflügel einer Epiblemine, Basis des Zellenhinterrandes mit straffen Härchen besetzt. Nach Hering.

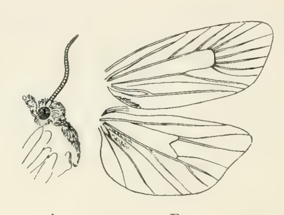


Abb. 222. A Kopf und Thorax (Seitenansicht), B Flügelgeäder von *Evetria buoliana* Schiff. (Vfl m_2 und m_3 auf einem Punkt, Hfl *rr* und m_1 dicht beisammen entspringend, m_3 und cu_1 gestielt. Nach Kennel.

Gattung Evetria Hb.

Syn. *Retinia* Gu. — *Rhyacionia* Hb. (in der amerikanisch-englischen Literatur).

Das Hauptmerkmal dieser Gattung liegt darin, daß auf den Vorderflügeln Ader m_2 und m_3 auf einem Punkt entspringen. Dabei liegt ihr Ursprung ganz nahe an der oberen Ecke der Mittelzelle, und die Wurzel von cu_1 liegt nahe dabei. Auf den Hinterflügeln entspringen Ader *rr* und m_1 dicht beisammen, manchmal gestielt; m_3 und cu_1 gestielt (Abb. 222 B).

Antennen des ♂ kurz gewimpert, Palpen mäßig lang, gerade vorgestreckt, Thorax glatt oder geschopft. Saum der Vorderflügel schräg, nicht geschwungen.

Mehr noch als durch morphologische Merkmale der Imagines wird die Gattung durch die Lebensweise der Raupen zusammengehalten. „Diese ernähren sich ausnahmslos von Früchten, Knospen, Trieben oder Bast von Nadelhölzern und bedingen daselbst Verkrümmungen, Verkümmerung, Harzausflüsse; sie überwintern meist als Raupe, seltener als Puppe, einzelne mehrere Male und verpuppen sich gewöhnlich in ihrer Fraßstelle" (Kennel).

Die Gattung ist hauptsächlich in Europa vertreten, in einigen Arten auch weit in den Osten (bis Japan) verbreitet. Neuerdings ist eine Art nach Amerika verschleppt und hat sich dort akklimatisiert.

Alle europäischen Arten haben forstentomologisches Interesse; größere wirtschaftliche Bedeutung haben jedoch bis jetzt nur 4 Arten erlangt: *duplana* Hb., *turionana* Hb., *buoliana* Schiff. und *resinella* L.



Tortriciden ⟨Wickler⟩ II

v. Kennel del.

1 Evetria duplana *Hb.* ♀. 2 E. turionana *Hb.* ♂. 3 E. buoliana *Schiff.* ♀. 4 E. sylvestrana *Curt.* ♀, 5 E. posticana *Ztt.* ♀. 6 E. pinivorana *Zll.* ♂. 7 E. retiferana *Wocke* ♀. 8 E. margarotana *H. S.* ♀, 9 E. resinella *L.* 10 Argyroploce herzyniana *Tr.* ♂. 11 Cymolomia hartigiana ♂. 12 Semasia rufimitrana *H. S.* ♂. 13 S. ratzebargiana (Sax) *Rtzb.* ♀. 14 S. nanana *Tr.* ♀. 15 S. diniana *Gu.* ♂. 16 S. vacciniana *Zll.* ♀. 17 S. subsequana *Hw.* ♂. 18 Asthenia pygmaeana *Hb.* ♂. Vergr. 2½mal.

Evetria duplana Hb.

Kieferntriebwickler, Kiefernquirlwickler.

Taf. III, Fig. 1.

Ratzeburg: *Tortrix (Coccyx) duplana* Hb. — Altum: *Retinia duplana* Hb. — Nitsche: *Tortrix (Retinia) duplana* Hb. — Nüßlin-Rhumbler: *Grapholita (Evetria) duplana.* — Wolff-Krauße: *Evetria duplana* Hb.

Falter: Kopf, Fühler, Brust und Hinterleib braungrau. Vorderflügel sehr gestreckt mit schrägem Saumrande, dunkelbraun-grau mit einigen Bleizeichnungen im Wurzelfelde. Letzteres durch eine breite, weißgraue Doppelbinde saumwärts begrenzt, dahinter eine weitere, in der Mitte winklig vorspringende, doppelte Mittelbinde. Flügelspitze rostgelb angeflogen und dadurch meist bei ganz guter Ausprägung eine dritte in den Innenwinkel verlaufende Doppelbinde, sowie eine vierte die Mitte des Saumes vom Vorderrande auslaufende weißgraue Binde völlig verlöscht. Fransen grau mit dunkler Teilungslinie. Hinterflügel braungrau mit helleren, dunkel geteilten Fransen. Spannweite 15 mm.

Raupe hellgelbbraun, wachsfarben, oft etwas rötlich durchscheinend, Kopf dunkelbraun, Nackenschild blasser braun. Länge 9 mm.

Puppe in den ersten Wochen hellgelbbraun, später dunkler, durch lange Flügelscheiden, einen langen Stirnzapfen und die sehr langen Hakenborsten des stark bedornten Afterringes ausgezeichnet (Abb. 224).



Abb. 223. *Evetria duplana* Hb. (Kieferntriebwickler). $2\frac{1}{3}\times$.

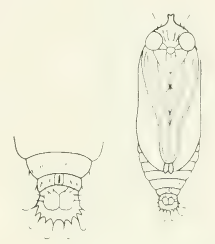


Abb. 224. Puppe von *Ev. duplana* Hb. Ventralseite (links Hinterende stärker vergrößert). Nach Ratzeburg.

Der über Spanien, Frankreich, Mitteleuropa, Skandinavien, Westrußland bis Japan und Nordamerika (eingeschleppt!) verbreitete Wickler hat als Wirtspflanze ausschließlich die Kiefer. Er tritt in Kiefernkulturen oft recht häufig auf, durch den Triebfraß der Raupe empfindlichen Schaden verursachend. Er hat daher schon seit langem die Beachtung von seiten der Forstentomologen und Entomobiologen gefunden; in neuerer Zeit haben sich besonders Baer (1909) und Thomann (1914) mit ihm beschäftigt.

Die Bionomie bedarf noch mancher Klärung. Die Bioformel ist:

$$\frac{34-47}{7{,}4+34}$$

Der Falter fliegt am zeitigsten von seinen Verwandten, nämlich schon im März, April. „Kaum daß ausgangs Winter die ersten warmen Föhnstürme mit den letzten Schneeresten aufräumen, beginnt es sich in den jungen Kiefernbeständen zu regen. Aus grauweißen, etwa weizenkornlangen, ovalen Gespinsten, gut versteckt in den Astwinkeln oder eingesponnen in den von der Raupe im Vorsommer ausgefressenen und nun

abgestorbenen Zweigstücken, entwickelt sich der zarte, schmalflügelige Falter. Tagsüber an Stämmen, Zweigen und Knospen sitzend und durch sein grau und rotbraun gestreiftes Kleid hier vortrefflich geschützt, verläßt das Tier seinen Standort erst kurze Zeit vor Sonnenuntergang" (Thomann, 1914).

„Das Weibchen legt seine Eier zweifelsohne zwischen die Deckschuppen an die Spitze der Winterknospen, denn die jungen Raupen findet man stets im Endteil der jungen Triebe, die sich bis zum Schlüpfen der Raupen aus den Knospen entwickelt haben. Die ersten Fraßspuren sind in der zweiten Hälfte Mai wahrzunehmen, die Hauptfraßzeit ist der Monat Juni." Die Raupen fressen von der Triebspitze gegen die Basis, also abwärts, und zwar in der Weise, daß im Innern der Zweige nur die Gefäßstränge übrig bleiben. Der ausgefressene Endteil trocknet rasch ein, verfärbt sich, wird sehr brüchig und hinfällig, neigt sich zur Seite, um sich endlich umzubiegen und herunterzuknicken. Zur Fraßzeit der Raupe sind die Triebe im stärksten Wachstum begriffen, sie haben meist eine Länge zwischen 10 und 20 cm, ihr Gewebe ist noch weich und nährstoffreich.

Da die Raupe von der Spitze her abwärts frißt, steht ihr stets frische Nahrung zur Verfügung. Sie entwickelt sich demgemäß sehr rasch. Von Mitte Juni an ist sie erwachsen (Thomann). Der Fraß einer Raupe beschränkt sich nicht auf einen Trieb, sondern sie wandert, wenn sie einen Trieb ausgehöhlt hat, sofort zu einem neuen Trieb, um dort den gleichen Fraß zu machen. So werden also von einer Raupe mehrere Triebe zerstört. Nach Thomann sollen übrigens gewöhnlich mehrere Raupen (2—4) gleichzeitig in einem Trieb fressen.

„Zur Puppe selbst verwandelt sich die Raupe erst nach mehreren Wochen (Ende Juni, Anfang Juli), und bis zum Herbst bildet sich der Schmetterling darin vollständig aus. Farbe und Zeichnung der Flügel sind durch die hellbraune Puppenhülle hindurch bereits deutlich sichtbar. Das Tierchen sprengt seine Puppe erst nach überstandener Winterszeit, wo die lauen Märzwinde es zu neuem Leben erwecken."

Die Verpuppung findet, wie schon bemerkt, in einem grauweißen Kokon statt, am Fraßort in den ausgefressenen und abgestorbenen Zweigstücken oder in Astwinkeln (Nitsche, Thomann), an der „schon verholzten Basis eines ziemlich starken Seitentriebes" (Ratzeburg); nach Nüßlin meist nahe der Basis der Fraßpflanze. Die Puppe überwintert und gibt im April oder schon Ende März den Falter.

Bevorzugt werden 2—6 jährige Pflanzen, „besonders kränkelnde oder frisch umgepflanzte" (Ratzeburg, F. 210). Altum (F. 184) traf die Falter am häufigsten in „lückigen bis 10 jährigen Kulturen", wesentlich seltener in Schonungen. Nach Joly (1906) traten sie im westfälischen Münsterland hauptsächlich „in solchen Kiefernkulturen und -dickungen auf, welche auf früheren Acker- und Ödländereien angelegt worden waren und isoliert inmitten der Felder lagen. In derartigen Kulturen, welche anfangs sehr üppigen und schlanken Wuchs gezeigt hatten, fand sich kaum eine einzige verschonte Kiefer."

Nach Thomann tritt *duplana* „nester- oder koloniеartig" auf, was darauf hindeute, daß „die zarten Falter keine geübten Flieger sind und daß ihre Eiablage mit Vorliebe in nächster Umgebung ihrer Geburtsstätte stattfindet. Man beobachtet denn auch, daß die gleichen Pflanzen oft jahrelang von der Art heimgesucht werden."

Die Erkennung des vollendeten Fraßes ist nicht schwierig: Gewöhnlich hängt das Ende des jungen Maitriebes, dessen Nadeln kaum aus den Scheiden hervorgebrochen sind, welk und gebräunt herab, während der basale Teil der Triebe samt seinen Nadeln in bester Entwicklung begriffen ist (Abb. 225 A). Dazu kommt, daß die Achse des welken Endteiles ausgehöhlt ist. Allerdings können auch noch durch andere Ursachen Bilder hervorgerufen werden, die dem *duplana*-Fraßbild wenigstens äußerlich ähneln, worauf Baer (1909) aufmerksam gemacht hat: So durch Hagelschlag; hier ist auf das Fehlen des Achsenfraßes und anderweitige Hagelspuren zu achten (Abb. 225 B u. C). Ferner durch den Fraß von *Cacoecia*



Abb. 225. A junger Kieferntrieb von *E. duplana* Hb. befallen. B und C (zum Vergleich) durch Hagelschlag verletzte Kieferntriebe. Nach Baer.

piceana (s. oben, S. 225); hier kommt differentialdiagnostisch vor allem der Umstand in Betracht, daß der *piceana*-Fraß zum Teil auch äußerlich an den Nadeln und der Triebrinde stattfindet. Endlich kann ausnahmsweise auch der Fraß von *buoliana* ähnliche Bilder erzeugen, doch führt in diesen Fällen ein Kanal von der Knickungsstelle aus (nicht von oben her) in das Triebinnere. (Für gewöhnlich findet der *buoliana*-Fraß an der Basis des Triebes statt, so daß die Unterscheidung von *duplana* keine Schwierigkeiten macht (s. unten, S. 292).

Wird ein und dieselbe Pflanze des öfteren befallen, so sehen sie wie „durch Ziegen oder andere Wiederkäuer verbissen aus. An Stelle der zerstörten Leittriebe bildet die Pflanze im folgenden Jahr einen ganzen Büschel gleichartiger Zweige, die in der Regel wieder befallen werden. So schreitet

der Prozeß der Schädigung und Reaktion der Pflanze durch Vervielfältigung ihrer Triebe immer weiter, bis die Föhre schließlich ein krüppelhaftes, Aussehen erhält (Abb. 226) und, sofern der Befall fortdauert, die Pflanze von der Spitze her abzusterben beginnt (Thomann).

Duplana ist zweifellos häufiger und schädlicher, als man früher angenommen hat. Altum nennt sie nächst *buoliana* die häufigste Art auf den Kiefernkulturen Norddeutschlands. Nach Eckstein (1906) trat sie 1906 in weiter Verbreitung von Ostpreußen bis Sachsen, Schlesien, auch in Westpreußen und Polen auf; nach Joly (1925) in der gleichen Zeit in den Kieferngegenden des westfälischen Münsterlandes, wo sie sehr erhebliche Schädigungen anrichtete, und nach Nüßlin ist sie auch in Baden „in einzelnen Jahren wohl die schädlichste *Evetria*-Art“. „Im Anfang der 80er Jahre trat sie mehrere Jahre hindurch gemein und sehr schädlich an jungen Kulturen auf, so daß ständig Ausbesserungen nötig wurden und einzelne Kulturen nur langsam in die Höhe kamen.“ Auch in der Schweiz ist sie verschiedentlich recht schädlich geworden (Thomann, 1914).



Abb. 226. Kieferngipfel, durch andauernden Befall von *Evetria duplana* Hb. im Absterben begriffen. Nach Thomann.

Als Gegenmittel kann zeitiges Abbrechen und Vernichten der befallenen Triebe, Mitte bis Ende Mai, empfohlen werden.

Evetria turionana Hb.

Kiefernknospenwickler.

Taf. II, Fig. 2.

Ratzeburg: *Tortrix (Coccyx) turionana* L. — Altum: *Retinia turionana* Hb. — Nitsche: *Grapholita (Evetria) turionana* Hb. — Wolff-Krauße: *Evetria turionana* Hb.

Falter: Kopf und Fühler gelbbraun, desgleichen die Brust. Grundfarbe der Vorderflügel braungelb, im Saumfelde rostgelb, in der Wurzelhälfte mit vielen blei-

grauen, unregelmäßigen Querwellen durchzogen, so daß hier mitunter die Grundfarbe stark zurücktritt. Am Vorderrande vier bleigraue Häkchenpaare oder Einzelhäkchen, von denen über das Saumfeld unregelmäßige, bleigraue Querbinden verlaufen. Fransen dunkel bleigrau mit dunkelgrauer Teilungslinie. Hinterflügel beim ♂ weißlich, mit grauer Spitze, beim ♀ mehr grau, an der Spitze rostgelb bestäubt; Fransen hellbraun. Die alpine var. *mughiana* Zll. zeichnet sich durch dunkles Braun der Vorderflügel (an Stelle des Rostgelb) und durch dunkleres Bleigrau des Grundes aus. Spannweite 18—20 mm.

Raupe hell schmutzigbraun, Kopf schwarz, Nackenschild klein. Auf der Oberseite der Ringe quer über jeden derselben mit zwei parallelen, dünnen, etwas dunkleren, mehr rötelnden Gürteln. Länge 9—10 mm.



Abb. 227. *Evetria turionana* Hb. (Kiefernknospenwickler). 2×.

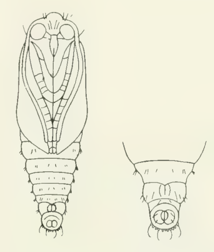


Abb. 228. Puppe von *Evetria turionana* Hb. Ventralseite (rechts Hinterende stärker vergrößert). Nach Ratzeburg.

Puppe durch das Fehlen jeglicher Stirnfortsätze und den fast gänzlichen Mangel eines Stachelkranzes über dem After von den verwandten Arten leicht zu unterscheiden (Abb. 228).

Die Art ist über Deutschland, Schweiz, Österreich und Nachfolgestaaten, Ungarn, Belgien, Holland, England, Westrußland, Finnland und Skandinavien verbreitet und kommt auch in Japan vor. In vertikaler Verbreitung steigt sie bis zu einer Meereshöhe von 1200 m auf.

Ihre Hauptfraßpflanze ist die gemeine Kiefer *(Pinus silvestris);* außerdem kommt sie auch an Bergkiefer vor, ferner an der dreinadeligen *Pinus ponderosa* Dougl. (Frey, 1880) und der fünfnadeligen *Pinus strobus* L.

Der Falter fliegt etwa 4 Wochen später als *duplana,* im Mai (bis Juni). Er hat so große Übereinstimmung mit der rotbraunen Farbe der Ausschlagschuppen, die um diese Zeit die Knospen noch bedecken, daß man den Schmetterling nicht eher zu Gesicht bekommt, als bis man ihn abschüttelt. Er legt seine Eier einzeln hauptsächlich an die Mittelknospe eines Quirls ab (bei starker Vermehrung jedoch an sämtliche Knospen), meist des Kronentriebes von jungen 6—15 jährigen Kiefern (wahrscheinlich an die Spitze der Knospe zwischen die Schuppen).

Die Entwicklung vollzieht sich nach der Bioformel:

$$\frac{56 - 67{,}4}{45 + 56}$$

Das Ende Juni, anfangs Juli schlüpfende Räupchen bohrt sich in die Spitze der Knospe, höhlt diese bis zum Winter vollständig aus und dringt oft auch noch etwas weiter abwärts in den Trieb ein, wo sie überwintert. Im nächsten

Frühjahr setzt sie noch kurze Zeit (von Mitte März bis Mitte April) den Fraß fort und verpuppt sich dann in der mit feinen Fäden ausgesponnenen Knospe, und zwar mit dem Kopf nach unten (in sehr seltenen Fällen auch nach oben) gerichtet (Ratzeburg F., S. 208).

Im Mai „dringt die Puppe mit dem Kopf voran an der Basis der Harzbeule, welche am Fuß der Knospe zwischen den gesunden liegt, hervor, der Falter kommt aus der kleinen bleibenden Hülse und sitzt noch einige Zeit an den Nadeln" (R.). Der Harzaustritt, der sich schon im Herbst bemerkbar macht und im Frühjahr durch den zweiten Fraß noch verstärkt wird, stellt ein Erkennungsmerkmal des *turionana*-Fraßes dar. Dazu kommt die Verfärbung der Knospe, die nicht die gewöhnlich braune, sondern eine grauschwarze Farbe hat und endlich das Zurückbleiben der befallenen Knospe im Wachstum (s. unten), das schon im März erkenntlich ist und im April so merklich wird, daß es von weitem zu sehen ist (Abb. 229); im Mai vollends verschwindet die tote Mittelknospe im Kranz der gesunden. So bietet die Erkennung des *turionana*-Fraßes keine Schwierigkeiten dar; durch Aufschneiden oder Aufbrechen der Knospe wird die Diagnose bestätigt. Beschränkt sich der Befall nicht auf die Mittelknospe, sondern werden auch die Seitenknospen zerstört, so kann es durch Austreiben zahlreicher „Scheidentriebe" zu dichten, „besenartigen" Bildungen kommen, wie bei der nachfolgenden *buoliana* Schiff. (Abb. 230).



Abb. 229. Fraß von *Evetria turionana* Hb. In der zerstörten Mittelknospe sieht man die Puppe. Nach Ratzeburg.

Die forstliche Bedeutung unseres Wicklers wird im allgemeinen unterschätzt, wohl aus dem Grunde, daß man „seine Wirkungen mit denen anderer Wickler zusammengeworfen hat". Ratzeburg ist überzeugt, daß *turionana* „hier und da merklich schädlich werden kann". „Er verletzt die Kiefer recht empfindlich, indem er ihr die Knospe des Höhentriebes raubt und eine Seitenknospe zwingt, deren Stelle zu vertreten. Er ist ferner in keinem Jahr ganz selten und vermehrt sich in manchen Jahren ziemlich bedeutend."

Ein besonders starker und verderblicher Fraß fand am Ende des vorigen Jahrhunderts (1895—1897) in Holland statt, worüber Ritzema-Bos folgende interessante Mitteilungen macht: „Die starke Vermehrung in den Kieferschonungen Hollands zeigte sich zuerst vor etwa 12 Jahren, sie fand hier bald in fast allen auf diluvialem Boden wachsenden Kiefernwäldern von 4—16jährigem Lebensalter statt, und *turionana* wurde bald das schädlichste Insekt unserer Kiefernkulturen. Bei der stattfindenden Massenvermehrung wurden nicht bloß die Endknospen angegriffen,

wie dies nach Ratzeburgs Mitteilung gewöhnlich geschehen soll, sondern bisweilen fast sämtliche Knospen der jungen Kiefern, und es entwickelten sich, wie ich schon oben sagte, ganze Besen von „Scheidentrieben", von denen nur ausnahmsweise dieser oder jener sich zu einem normalen Zweig entwickelte, während gewöhnlich alle klein blieben und starben.

„Weil die Scheidentriebe gewöhnlich kurz bleiben, tragen sie ihre Nadelpaare dicht nebeneinander. Diese Nadeln sind oft abnorm breit und dick, bisweilen hin- und hergebogen. Manchmal finden sich 3 Nadeln statt 2 in einer Scheide zusammengefügt.

„Es versteht sich, daß die angegriffenen jungen Bäume bei starkem Fraß klein bleiben, denn wenn auch einige Triebe zu normaler Entwicklung gelangen, so werden diese doch im nächsten Jahre angegriffen. Und wenn ausnahmsweise einige Äste kräftig auswachsen, so wachsen diese in die Höhe, der junge Baum bekommt keinen Hauptstamm, sondern mehrere Stämme, wird also strauchförmig. Von der *turionana* angegriffene junge Kiefernschonungen sind schon in weiter Entfernung an ihrem eigentümlichen Aussehen kenntlich. Bisweilen sterben ganze Besen ab, ausnahmsweise sterben auch ganze Bäumchen, es wird der ganze junge Wald gewöhnlich völlig wertlos. Wenn später der Fraß aufhört, können bloß die relativ wenig angegriffenen Kiefern einigermaßen sich erholen."

„Nur die Kiefern, welche jahrelang hintereinander in dem Grade angegriffen werden, daß fast keine Knospe übrig bleibt, sterben an Mangel von Nadeln ab. Die vorjährigen Zweige verlieren schon im Sommer ihre Nadeln, also schon mehr als ein Jahr zu früh, und diese Zweige verlieren ihre Festigkeit, sie werden schlaff und nehmen eine abnormale Farbe an."

„Zwar werden hauptsächlich Kiefern im Alter von 6—12 Jahren angegriffen, es bleiben aber etwas jüngere und etwas ältere auch nicht frei. Am meisten zeigt sich die *turionana* in jungen Schonungen. Wo die Kiefern eine sehr verschiedene Größe haben, werden diejenigen, welche am meisten zwischen den anderen Bäumchen emporragen, zuerst angegriffen und bilden Infektionscentra, von denen aus das Übel sich in folgenden Jahren verbreitet. Also werden in erster Reihe solche jungen Kiefernwälder heimgesucht, wo infolge unzweckmäßiger Behandlung des Bodens, infolge ungünstigen Bodenzustandes usw. das Wachstum der jungen Kiefern ein ungleichmäßiges ist, auch auf Böden, wo stellenweise die ausgesäten Kiefern nicht zur Entwicklung gelangt sind, so daß man später junge Kiefern hat einpflanzen müssen. Allein es werden auch junge Kiefernwälder angegriffen, die regelmäßig gewachsen sind."

„Es geht mit dem *turionana*-Fraße wie mit jedem Insektenfraße im Walde. Nach einer kürzeren oder längeren Zeit wird ihm oft durch die starke Vermehrung der Parasiten des betreffenden Insektes ein Ende gemacht. So ging es in den jungen Kiefernwäldern Hollands. Wenn irgendwelche Gegend von *turionana* befallen wurde, kam das Insekt in jedem folgenden Jahre zu stärkerer Vermehrung und Verbreitung, bis oft nach 4—5 Jahren sich die Parasiten (hauptsächlich *Glypta resinanae* Htg., weiter auch eine *Pimpla*-Art, *Tryphon impressus* Grav., *Entodon turionum* Htg.) in dem Maße vermehrt hatten, daß dem *Turionana*-Fraße ein Ende gemacht wurde."

„Im Frühling 1897 hielt ich," schreibt Ritzema-Bos, „in meinem Laboratorium mehrere Hundert angegriffene Kiefernknospen, welche mir von Herrn H. J. Lovink, damals Direktor der niederländischen Heide-

kulturgesellschaft, aus Bakel (Provinz Nordbrabant) zugesandt wurden. Ich erhielt aus sämtlichen Knospen bloß 35 Stück *turionana*-Schmetterlinge, gegen 371 *Glypta resinanae*[1]) und 18 andere Schlupfwespen. (Alle diese Imagines entwickelten sich zwischen 25. April und 29. Mai.) Es ergab sich also,



Abb. 230 A. Folgen eines starken *turionana*-Fraßes. Bildung von abnorm langen Nadeln aus Scheidentrieben nach Zerstörung aller Knospen („Besen"). Nach Ritzema-Bos.

[1]) Auch Ratzeburg hat als häufigsten Parasiten die Schlupfwespe *Glypta resinanae* Htg. gezogen. „Die weniger stark ausgefressenen Knospen, aus denen fast zur Flugzeit des Falters ein Ichneumon (*Gl. resinanae* Htg.) in großer Menge kommt, der vor dem Auskommen die Knospe mit einem Kokon völlig austapeziert und die Überreste der Raupe ausgesperrt hatte, zeigen bloß ein (von der Raupe vor ihrem Tode gefressenes) Loch ohne Puppenhülse."

daß 92% der angegebenen Knospen keine *turionana*, sondern eine Schlupfwespe enthielten, woraus erhellte, daß im nächstfolgenden Jahr der junge Kiefernwald, aus dem die Knospen stammten, keinen Fraß mehr zeigen konnte.



Abb. 230 B. Folgen eines starken *turionana*-Fraßes. Die meisten Scheidentriebe sind abgestorben. Nach Ritzema-Bos.

„Eine solche Schlupfwespenvermehrung scheint sich auf den meisten mit jungen Kiefern bedeckten diluvialen Böden Hollands in den Jahren 1897 bis 1899 gezeigt zu haben, denn in diesen Gegenden nahm die Bedeutung des *turionana*-Fraßes allmählich ab, und es erholten sich sogar mehrere junge Kiefernwälder. Später aber sind die Knospenwickler in mehreren Gegenden wieder zu stärkerer Vermehrung gelangt, und jetzt hat der Fraß dieser In-

sekten zwar noch bei weitem nicht die Ausdehnung bekommen, welche er um 1895—1897 hatte, aber in mehreren Gegenden Hollands ist er jedenfalls jetzt wieder gar nicht ohne große Bedeutung."

Zur Verhütung der Weiterverbreitung kann man die ausgefressenen Knospen ausbrechen und die Raupe oder Puppe zerstören. Am besten geschieht diese Arbeit gegen Ende April, wo sich die toten Knospen von den schon bedeutend getriebenen lebenden leicht unterscheiden lassen.

Bei der oben genannten holländischen Kalamität wurde diese Methode im großen durchgeführt, und zwar mit gutem Erfolg, worüber Ritzema-Bos (l. c.) wie folgt berichtet: „In der Nähe von Bakel (Nordbrabant) wurde die *turionana* in Kiefernwäldern in 5—12 jährigem Alter entdeckt. Das Übel hatte durch die große Oberfläche, welche mit Kiefern desselben Alters bewachsen war, sich so schnell verbreitet, daß von dem Fangen auf dem ganzen angegriffenen Terrain keine Rede mehr sein konnte. Unmittelbar an diese 12 jährigen, stark angegriffenen Schonungen grenzte eine 60 ha große 3 jährige Kiefernschonung, so daß, wenn nicht gleich kräftig aufgetreten wurde, das Übel sich bald auch über diese verbreiten mußte, denn in der jungen Anpflanzung waren schon viele Knospen angegriffen. Die junge Schonung sowie der Teil des 12 jährigen Kiefernwaldes, welcher an dieselbe grenzte, wurde daher genau untersucht, und die angegriffenen Knospen wurden ausgebrochen.

Im ersten Jahr wurden für diese Arbeit, soweit sie sich über die 16 ha alte Bepflanzung erstreckte, 122,25 fl. (= etwa 204 M.) bezahlt, während für die junge Bepflanzung von 60 ha 82,00 fl. (= etwa 137 M.) bezahlt wurden. Schon im nächstfolgenden Jahr ließen sich die günstigen Erfolge der Bekämpfung nachweisen. Es wurde diese aber im nächsten Jahre fortgesetzt. Die Resultate waren sehr günstige, denn in den jungen Pflanzungen kam die *turionana* gar nicht mehr vor, und auch die behandelten 12 jährigen Pflanzungen erholten sich zum größten Teil, sie bildeten neue Haupttriebe, deren Knospen nicht wieder angegriffen wurden. Die nicht behandelten Teile der 12 jährigen Pflanzung aber waren gänzlich vernichtet und mußten abgebrannt werden. — Hätte das Abbrechen der Knospen nicht stattgefunden, so wären zweifellos die 60 ha der jungen Anpflanzung zum größten Teil von *turionana* vernichtet worden. Die Kosten betrugen in der alten Anpflanzung 7,60 fl. (= 13 M.) pro Hektar, in der jungen Anpflanzung 1,30—2,00 fl. (= 2,20—3,30 M.) pro Hektar."

„Ein anderes wirksames Bekämpfungsmittel ist das Entfernen der stark angegriffenen Kiefern, das sind gewöhnlich diejenigen, welche höher aufgewachsen sind als die anderen, wie solches namentlich in angesäten jungen Kiefernkulturen vorkommt. Diese höher emporgewachsenen Bäumchen treten, wie schon oben betont wurde, gewöhnlich als Infektionszentra auf. Allein das Aufräumen derselben muß geschehen, sobald der Fraß sich zu zeigen anfängt, also wenn noch bloß oder fast ausnahmsweise diese Bäumchen befallen sind. Daß dies im Winter geschehen muß, wenn die Räupchen noch in den Knospen sitzen, versteht sich von selbst, auch daß die umgehauenen Kiefern entweder verbrannt oder weit entfernt werden müssen.

„Sehr stark angegriffene Kiefernkulturen müssen abgebrannt werden, denn aus ihnen wird doch nichts, und sie sind eine Gefahr für die Umgebung.

„Je besser die Existenzbedingungen der Kiefern auf einem gewissen Terrain sind, desto besser können dieselben dem Angriff der Knospenwickler Widerstand leisten.

„Wo der Boden die Kultur von Laubhölzern erlaubt, müssen auf Heide-

flächen und sonstigen unbebauten diluvialen Sandböden, die man für den Waldbau benutzen will, nicht ausschließlich Kiefernwälder angelegt werden, wenigstens umsäume man die Kiefernwälder mit Laubholz. Wo der Boden sich für die Fichte eignet, könnte man diesen Baum mit der Kiefer abwechseln lassen."

Evetria buoliana Schiff.

Kieferntriebwickler, Kiefernknospentriebwickler.
Taf. III, Fig. 3.

Ratzeburg: *Tortrix (Coccyx) buoliana* Fabr. — Altum: *Retinia buoliana* W. V. — Nitsche: *Tortrix (Retinia) buoliana* Schiff. — Nüßlin-Rhumbler: *Grapholitha (Retinia) buoliana* Schiff. — Wolff-Krauße: *Evetria buoliana* Schiff.

Der Falter ist durch die ziegelroten Vorderflügel mit silberigen Querlinien auffallend und ohne weiteres von seinen Verwandten zu unterscheiden. Hinterflügel einfarbig, bräunlichgrau mit gelblichen Fransen und dunkler Teilungslinie. Spannweite 18 bis 23 mm (Abb. 231).



Abb. 231. *Evetria buoliana* Schiff. (Kieferntriebwickler). 2×.

Färbung und Zeichnung der Vorderflügel sind recht variabel. Bei der im südlichen Teil des Verbreitungsgebietes vorkommenden var. *thurificana* Led. ist der ganze Flügel stark aufgehellt (mit Ausnahme dei Mitte, die dunkler bleibt). Bei der var. *pinicolana* Dbld., die mehr im nördlichen Teil des Verbreitungsgebietes (England) vorkommt, wird der ganze Flügel dunkler, die metallisch silberglänzenden Streifen treten sehr scharf hervor, die ganze Wurzel oft einfarbig rot ohne Silberzeichnung.

Das Ei wurde erst in neuester Zeit entdeckt von Gasow (1925), der eine ausführliche Beschreibung davon gibt: von länglich rundem Umriß, Unterseite eben, Oberseite dagegen leicht gewölbt. Die Farbe der frisch gelegten und unbefruchteten Eier ist hellgelb. Die befruchteten Eier nehmen eine bräunliche Farbe an, etwa übereinstimmend mit der Farbe der Terminalknospe im Juli; sie sind daher hier schwer zu entdecken, auch von den Nadelscheiden heben sie sich nicht besonders ab (auffälliger sind dagegen die weißlich perlmutterglänzenden Eischalen). Das Aussehen der Eier erfährt bei fortgeschrittener Embryonalentwicklung eine leichte Veränderung dadurch, daß dann Kopf und Nackenschild der Raupe durch die Eischale hindurchschimmern; auch sind die älteren Eier etwas dunkler als die jüngeren. Als Längenmaße gibt Gasow an: 0,9—1,3, als Breitenmaße 0,65—0,85 mm.

Abb. 232. Puppe von *Evetria buoliana* Schiff. A seitliche, B ventrale Ansicht. C Hinterende ♀ (stärker vergr.), D Hinterende ♂. Nach Ratzeburg.

Raupe. Für die Jungraupe gibt Gasow (l. c.) folgende Merkmale an: hellbraun mit einem Stich ins Rötliche, Kopf schwarz, Nacken- und Afterklappenschild schwarzbräunlich, letzteres etwas heller, Kopfbreite etwa 0,26 mm, Länge der Raupe ca. 2,2 mm. „Die kleine Raupe ist auf jedem Segment durch helle, kleine Borsten ausgezeichnet, die auf dem Afterklappenschild besonders lang sind. Die Wärzchen, auf denen die Haare aufsitzen, haben keine besondere Färbung. Die ganze Raupenhaut ist mit mikroskopisch kleinen, spitzen Stacheln dicht besetzt." Die relativ dicke und plumpe, fettigglänzende, erwachsene Raupe wird bis 21 mm lang.

Puppe gelbbraun, auf dem Hinterleibsrücken mit feinen Stachelreihen. Stirn etwas gehöhlt mit ansehnlicher, nach oben vortretender, kammförmig bis zum Hinterkopf verlaufender Hervorragung. Am letzten Ring ein halber, den After von hinten umgebender Stachelkranz (Abb. 232).

Die geographische Verbreitung erstreckt sich von England bis Rußland und weiter östlich bis Zentralsibirien, und von Schweden bis nach Südeuropa und Syrien; neuerdings auch in Nordamerika eingeschleppt und heimisch geworden.

Als Fraßpflanze kommt nur die Kiefer in Betracht, bei uns vor allem die gemeine Kiefer *(Pinus silvestris* L.), sodann die korsische Schwarzkiefer *(Pinus laricio* Poir), die Seekiefer *(Pinus pinaster* Sol.), die Weimutskiefer *(Pinus strobus* L.) und verschiedene ausländische Kiefern[1]). Bevorzugt werden 6—12jährige Pflanzen; Stangen über 30 Jahre scheinen nicht mehr befallen zu werden.

Bionomie. — Obwohl *buoliana* zu den häufigsten Kieferninsekten gehört, wiesen unsere Kenntnisse über die Bionomie bis vor kurzem noch recht empfindliche Lücken auf, die erst in den letzten Jahren Gasow (1925a und b) auszufüllen gelang. Die Generation ist in Mittel- und Südeuropa (bis nach Sizilien) eine einfache, während sie in noch südlicheren Ländern (Palästina) nach Bodenheimer (1927) eine doppelte ist[2]).

Die Entwicklung vollzieht sich nach der Bioformel:

$$\frac{7-7{,}5}{5+76}$$

Die Flugzeit fällt in der Hauptsache in den Monat Juli, mit Schwankungen einerseits zum Juni, andererseits zum August. Die Falter fliegen vornehmlich des Abends in den jungen Orten und Kiefernsaaten oft in großer Menge umher. Am Tage sitzen sie in der Gegend des neuen Knospenquirls still und sind dann infolge der übereinstimmenden Färbung des Falters und der Knospen schwer zu sehen. Die Lebensdauer der Falter beträgt (bei 22°)

[1]) Im Arboretum der Wiener Hochschule für Bodenkultur wurden am meisten befallen die Schwarzkiefer und *Pinus ponderosa* Dougl. (Gelbkiefer), während *Pinus pumilio* nur wenig zu leiden hatte und *Pinus leucodermis* Ant. ganz verschont wurde (Wilhelm, 1918).

[2]) Bodenheimer berechnete die für die Entwicklung einer Generation notwendige Wärmesumme auf 3635—3675 Grad. Eine Gegenüberstellung der effektiven Wärmesumme und Generationszahl von *buoliana* aus verschiedenen Orten ihres Verbreitungsgebietes ergibt folgendes Bild:

Ort	Wärmesumme	Generation
London	3873°	einfach
Berlin	3960	
Paris	4077	
Rom	5832	
Palermo	6435	
Haifa	7287	doppelt
Jaffa	7262	

„Wir sehen daraus, daß von den dargestellten Punkten Haifa und Jaffa die einzigen sind, deren Wärmesumme das Doppelte der einfachen Entwicklungswärme beträgt.“ Wahrscheinlich wird auch in Südspanien und Cypern, die ein nahezu identisches Klima besitzen, die doppelte Generation die Regel sein. Die hier genannten Plätze umschließen das Verbreitungsgebiet der helleren Var. *thurificana*, und es dürfte sich daher dieses mit dem der doppelten Generation decken. Nach Bodenheimer ist danach die Möglichkeit einer 2jährigen Entwicklungsdauer in den nördlichen Teilen des *buoliana*-Verbreitungsgebietes nicht ausgeschlossen.

für die ♂♂ im Durchschnitt 3,6 Tage, für die Weibchen 7,7 Tage (Bodenheimer).

Über die Eiablage waren wir bis vor kurzem in Unkenntnis, und die einzelnen Autoren machten sich daher ihre verschiedenen Vorstellungen darüber. So meinte Ratzeburg (F. 204): „Es ist nicht dem geringsten Zweifel unterworfen, daß das ♀ die Eier zwischen die Knospen hineinschiebt, weil man das noch außerordentlich kleine Räupchen schon im Herbst findet und es in diesem Zustand nicht einen Zoll gewandert sein könnte.“ Erst neuerdings ist es Gasow (1925) gelungen, die Art der Eiablage festzustellen. Danach werden die Eier einzeln in größerer oder kleinerer Entfernung voneinander (als die geringsten Entfernungen wurden 2—5 mm gemessen) abgelegt, und zwar sowohl an die Terminalknospe, als an die Quirlknospen, als auch, und zwar, wie es scheint, am häufigsten, an oder in unmittelbarer Nähe der Nadelscheiden, ganz selten (nur in einem Fall beobachtet) an der Nadel. Als die weiteste Entfernung der Eier von den Quirlknospen wurde 3,5 cm festgestellt. Als Höchstzahl erzielte Gasow von einem Weibchen im Zwinger 82 Eier.



Abb. 233. Gipfel einer jungen Kiefer mit Fraß von *E. buoliana* Schiff. Die Maitriebe werden von der Basis aus angegangen. Man sieht rechts einen in der basalen Hälfte ausgefressenen frischen Trieb. Nach Ratzeburg.

Das Schlüpfen der Räupchen findet nach Gasow in der Hauptzahl gewöhnlich noch im Monat Juli statt (die Angaben in der Literatur lauten meist unbestimmt oder bezeichnen den August als Hauptschlüpfmonat). Die Schlupföffnung liegt an der Seite des Eies.

Die kleinen Räupchen begeben sich spinnend zu der nächsten Knospe. Gasow fand anfangs August eine Raupe zwischen der Quirlknospe und einer benachbarten Nadelscheide: der Zwischenraum war leicht übersponnen. „Ende Oktober fand sich in einer Quirlknospe, und zwar an der der benachbarten Quirlknospe zugekehrten Seite, ein rundes Loch. Durch Druck auf die Knospe wurde die schon gänzlich darin befindliche kleine rotbraune Raupe zum

Auskriechen veranlaßt. Sie war 3,5—4 mm lang und hatte eine Kopfbreite von 0,6 mm (Kopfbreite der Eiraupe 0,26 mm, siehe oben). Bis zum Januarende scheint das Wachstum nur langsam fortzuschreiten und wohl nur eine einmalige Häutung stattzufinden, da eine am 30. Januar gemessene Raupe nur 0,5 cm Länge erreicht hatte.

„Dem entspricht auch, daß die Fraßbeschädigungen erst im Frühjahr anfangen auffällig zu werden." Trotzdem konnte Gasow mitunter schon im Herbst, ja sogar schon im September von *buoliana*-Räupchen ausgehöhlte Quirlknospen beobachten. „Zuweilen ist der Befall der Knospen durch größeren Harzausfluß gekennzeichnet, jedoch ist dies durchaus nicht immer der Fall und somit kein diagnostisches Merkmal. In und unter der Harzmasse kann man Kopfkapseln von früheren Häutungen finden." Meist scheinen die befallenen Knospen etwas gebräunt und sind mit mehr oder weniger deutlichem Gespinst miteinander verbunden. Der Herbstfraß ist gewöhnlich auf die Quirlknospen beschränkt. Nur ganz selten wird um diese Zeit auch einmal eine Terminalknospe angegriffen.

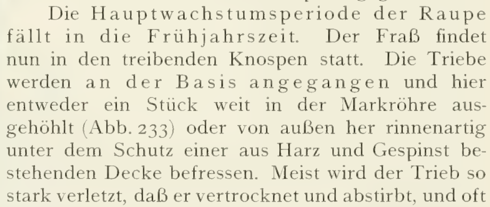


Abb. 234. Von *E. buoliana* Schiff. teilweise ausgefressener Trieb mit Ausbohrloch der Raupe.

Die Hauptwachstumsperiode der Raupe fällt in die Frühjahrszeit. Der Fraß findet nun in den treibenden Knospen statt. Die Triebe werden an der Basis angegangen und hier entweder ein Stück weit in der Markröhre ausgehöhlt (Abb. 233) oder von außen her rinnenartig unter dem Schutz einer aus Harz und Gespinst bestehenden Decke befressen. Meist wird der Trieb so stark verletzt, daß er vertrocknet und abstirbt, und oft gehen auf diese Weise alle Knospen eines Quirls zugrunde, indem die Raupe von einer zur andern übergeht. Mitunter reicht der Fraß bis ins Holz, auf dem der Maitrieb aufsitzt. Baer (1909) beobachtete mehrfach Fälle, in denen ältere, schon herangewachsene Raupen, die ihren früheren Fraßort verlassen hatten (Abb. 234), sich in der Mitte oder oberhalb der Mitte in den Trieb eingebohrt haben, um hier noch ein wenig zu fressen, was zu ganz ähnlichen Fraßbildern führte, wie sie *duplana* erzeugt (s. oben S. 275). Wo der Fraß nicht tödlich wirkt, knickt der betreffende Trieb meist um und wächst weiter, allerdings in gekrümmter Form („Posthorn", s. unten).

Die Verpuppung findet im Juni und Juli (in ganz seltenen Fällen auch schon Ende Mai) im basalen Teil eines Maitriebes statt, und zwar, wie es scheint, sowohl in aufgerichteter, als auch in gestürzter Lage. Oft steckt die Puppe zur Hälfte in dem Holzkörper des vorjährigen Triebes, bis in den hinein die Raupe gefressen hatte, so daß beim Abbrechen der ausgefressenen Knospen und Maitriebe die Puppe in dem Holzkörper stecken bleibt, aus dem das Kopfende ein Stückchen hervorragt (Gasow)[1]. Die Puppenruhe dauert ca. 3 Wochen; die Puppe schiebt sich vor dem Ausflug des Falters etwas vor.

[1]) Ausnahmsweise kommt es vor, daß die Verpuppung nicht am eigentlichen Fraßort stattfindet, sondern unter einer dünnen Harz- und Gespinstdecke in einem

Die Folgen des Fraßes bestehen, allgemein gesagt, in Störungen der Triebbildung. Dieselben können einen verschiedenen Grad annehmen. Es können sämtliche Knospen und Triebe zerstört sein: Dann entstehen durch Bildung zahlreicher Kurztriebe mit Riesennadeln dicke, hexenbesenartige „Bürsten" oder „Besen" (Abb. 235), die den Gipfeltrieb krönen (wie bei *turionana* Hb.). Die meisten Autoren sehen in der Bürstenbildung die Wirkung von mehrjährigem, wiederholtem Fraß, während Nechleba (1926)



Abb. 235. Büschelbildung infolge Zerstörung fast aller normaler Knospen und Triebe durch *Evetria buoliana* Schiff.

sie als die Folge eines einmaligen Fraßes erklärt. „Wurden alle vorjährigen Knospen zerstört, so stirbt das Gipfelende ab und beim Safttrieb häufen sich in der obersten lebenden Gipfelpartie so viele Nahrungsstoffe an, daß da-

Winkel zwischen Stamm und Seitentrieben, wo die Raupe zuvor die äußere Rinde etwas benagt hatte (Altum, F. S. 187).

selbst eine starke Überernährung und Bildung zahlreicher Kurztriebe aus Zwischennadelknospen erfolgt.“ Nechleba bildet einen Gipfeltrieb ab, der (nach der Entnadelung der „Bürste“) „über 60 Kurztriebe zeigte, alle im Spätherbst noch unverholzt“ (Abb. 236). Die Bürstenbildung ist eines der häufigsten und auffallendsten Merkmale der stark von *buoliana* befallenen Kulturen.

Daneben kommen bisweilen (durchaus nicht immer) die sogenannten Posthornbildungen vor. Sie treten auf, wo die Verletzungen durch den Raupenfraß nicht tödlich waren (bei Rinnenfraß). In diesem Fall knickt wohl der Trieb an der verletzten Fraßstelle um (im Juni), doch „bewirkt der zu dieser Zeit sehr tätige Saftlauf bald einen starken Zufluß von Bildungssaft nach dem Knick, so daß dieser verholzt und der Trieb im Bogen wieder die Höhe zu gewinnen sucht“ (Ratzeburg). „Die Krümmungen verwachsen nie wieder ganz. In den ersten Jahren erkennt man sie in weiter Ferne, später aber wird der Absatz immer geringer und ist nur noch für ein geübtes Auge kenntlich.“ Die Posthörner können einen verschiedenen Krümmungsgrad aufweisen (Abb. 237 u. 238); es können auch mehrere Triebe zur Posthornbildung gelangen, so daß eine Lyra- oder Kandelaberform entsteht usw. (s. Ratzeburg, W., Taf. 14 u. 15).

Die hier beschriebenen Bürsten- und Posthornbildungen stellen die Extreme dar der verschiedenen durch *buoliana*-Fraß verursachten Wachstums-



A



B

Abb. 236. A Kieferntrieb mit Bürstenbildung infolge *buoliana*-Fraß. B derselbe entnadelt. Nach Nechleba.

störungen; zwischen ihnen liegen alle möglichen Übergänge, so daß die *buoliana*-Fraßbilder eine große Mannigfaltigkeit aufweisen können (siehe Borggreve 1895, Taf. XIX—XXI).

Die forstliche Bedeutung ergibt sich ohne weiteres aus dem hier über die Fraßwirkung Gesagten: Wer einmal eine richtige *buoliana*-Kultur gesehen, in der kaum ein gesunder Wipfel zu finden ist, wird über die große Schädlichkeit des Wicklers nicht mehr im Zweifel sein und wird Ratzeburg recht geben, der ihn zu den sehr schädlichen Forstinsekten zählt. Je schlechter der Boden, auf denen die Kulturen stocken, je schwächer das Wachstum, desto schlimmer und nachhaltiger die Folgen! An und für sich schlechtwüchsige Kulturen auf dürftigen Böden können durch ständig sich wiederholenden Wicklerfraß völlig ruiniert werden. Wo Posthörner entstehen, wird der Wert des Holzes als Schnittwaren stark gemindert, wenn sich die Krümmung auch äußerlich mit der Zeit verwächst.



Abb. 237. Doppelte „Posthornbildung" (Lyraform) nach *buoliana*-Fraß. (Sammlung des Münchener Institutes.)



Abb. 238. Zwei übereinander liegende Posthörner als Folge von zeitlich getrenntem *buoliana*-Fraß. Nach Nitsche.

Besonders leiden unter dem Befall ausgedehnte, frei und sonnig gelegene Kulturen im Alter von 6—12 Jahren auf schlechtem, dürftigem Boden; doch werden auch frohwüchsige Kulturen auf Standorten erster Bonität nicht verschont. So führt Ratzeburg (F. 203) eine Mitteilung an, wonach *buoliana* gerade „diejenigen kleinen Stellen vorzog,

wo sich die Pflanzen durch vorzüglichen, üppigen und kräftigen Wuchs auszeichneten". Von Berg hat beobachtet (auf einem Revier auf dem Gorisch), daß eine geschlossene und vordem im üppigsten Wuchs stehende Kultur stark befallen wurde; und Nitsche teilt mit, daß in dem Revier Pillnitz (Sachsen) 1883—1885 „eine 30 ha große Kultur aus dem Jahre 1878 angegangen wurde, welche auf einem guten Felde des Kammergutes Graupe, also auf einem Standort I. Bonität ausgeführt worden war und bis dahin ein geradezu mustergültiges Wachstum gezeigt hatte" (vgl. dazu das oben über *duplana* Gesagte (S. 274). „Der Fraß griff so schnell um sich, daß 1884 bereits kein Trieb verschont war, eine Abwehr durchaus unmöglich wurde, die Kultur in den Folgejahren ein erschreckend krüppeliges Wachstum zeigte und Posthornbildungen massenhaft auftraten."

Zugige Lagen scheint *buoliana* zu meiden; Bodenheimer (1927) fand an den dem Winde stark exponierten Stellen den Befall viel schwächer als an den geschützt gelegenen im Talkessel.

In epidemiologischer Beziehung sind wir noch recht schlecht unterrichtet; wir wissen nur, daß eine erhöhte Disposition bei schlechtwüchsigen Kulturen vorhanden ist, dagegen sind wir über andere wichtige Fragen, vor allem über die Beziehungen zwischen Gradation und Klima, noch ganz im unklaren, und es wäre zweifellos recht interessant, Untersuchungen in dieser Richtung anzustellen.

Die Erkennung des *buoliana*-Fraßes ist, wo es sich um einen Anfangsfraß handelt, in den meisten Fällen leicht. Bei *turionana* ist im Spätherbst die Knospe völlig ausgefressen, so daß sie im nächsten Frühjahr überhaupt nicht mehr austreibt, und bei *duplana* ist der Endteil des Triebes ausgehöhlt (der welk herabhängt), während der Basalteil unverletzt ist, und bei *buoliana* ist der Basalteil des Triebes ausgehöhlt und angefressen, während der Endteil unverletzt bleibt (Abb. 240)[1]). Wo ein älterer Fraß vorliegt, kann die Unterscheidung schwieriger werden: „Bürsten" oder „Besen" kommen bei *buoliana* und bei *turionana* vor, es können auch beide Arten gleichzeitig daran beteiligt sein; „Posthörner" dagegen sind stets auf *buoliana* zurückzuführen.

Das Heer der natürlichen Feinde ist groß; man braucht nur befallene Triebe einzuzwingern, um zahlreiche Parasiten zu erhalten. Baer (Tach.) führt 4 Tachinen-Arten als *buoliana*-Parasiten an: *Phryxe vulgaris* Fall., *Actia pilipennis* Fall. und *crassicornis* Meig. und *Leskia aurea* Fall.

Actia pilipennis Fall. und *crassicornis* Fall. haben zwei Generationen im Jahr, deren erste in *Evetria resinella* L. und deren zweite in *E. buoliana* Schiff. sich entwickelt. „Die Fliegen der ersten Generation verlassen die Harzgallen im Mai und anfangs Juni und belegen die ziemlich erwachsenen Räupchen von *E. buoliana* in den austreibenden Kiefernknospen. Die hier sich entwickelnden Maden erlangen ihre Reife im Juli, so daß die Fliegen der zweiten Generation im Juli und August erscheinen. Bei der 2jährigen Generation von *E. resinella* (s. S. 294) finden diese jedoch meist nur ein Jahr um das andere wiederum genügend herangewachsene Räupchen der letzteren vor, so daß sie jahrweise weiterer Zwischenwirte bedürfen. Damit hängt wohl teil-

[1]) Nur selten ergibt auch der *buoliana*-Fraß äußerlich ähnliche Bilder wie der *duplana*-Fraß, doch führt in diesen Ausnahmefällen, wie oben schon bemerkt (S. 275), der Fraßkanal von der Knickungsstelle aus in das Triebinnere.

weise das vielseitige Vorkommen der Art (in vielen anderen Tortriciden und Tineiden) zusammen" (Baer, Tach.).

An Schlupfwespen sind zahlreiche Arten gezogen worden. Schon Hartig führt 14 aus der Puppe gezogene Ichneumonen auf. Am häufigsten erhielt Ratzeburg (F. 205) (und auch Hartig) *Pristomerus vulnerator* Pz., *Cremastus interruptor* Grav. und *Eubadizon leptocephalus* Htg. Die

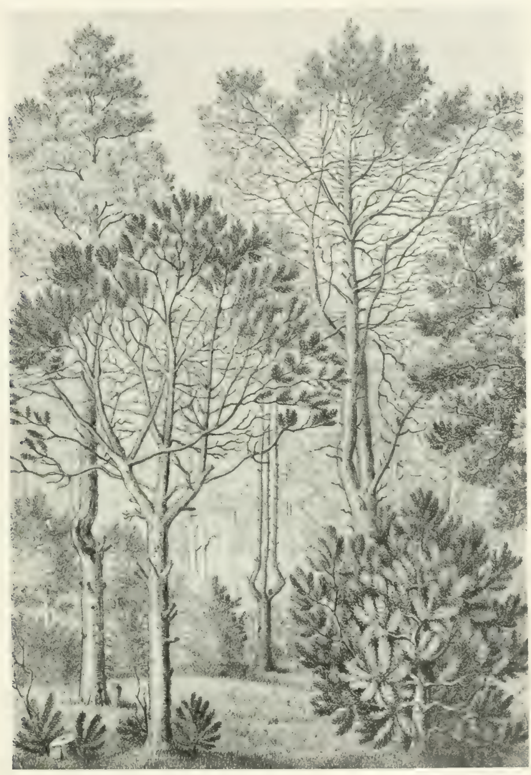


Abb. 239. Auch an älteren Kiefern läßt sich ein vor langer Zeit überstandener *buoliana*-Fraß meist noch deutlich erkennen. Im Hintergrund eine Lyra. Nach Ratzeburg.

beiden ersten Arten wurden auch von Gasow (1925b) gezogen; außerdem erhielt dieser aus seinen Zuchten noch *Pimpla (Scambus) sagax* Htg. und den Braconiden *Orgilus obscurator* Nees. Besonders zahlreich ist die Gattung *Pimpla* vertreten, von der außer der genannten *sagax* noch 7 Arten gezogen wurden: *buoliana* Htg., *examinator* F., *inquistor* Scop., *orbitalis* Rtzb., *ruficollis* Gr., *turionellae* L. und *variegata* Rtzb.

Als weitere Ichneumoniden seien genannt: *Cremastus buolianus* Curt., *confluens* Grav., *Glypta flavolineata* Grav., *Lampronota melancholica* Grav., *Limnerium albidum* Grav., *lineolatum* Bché., *turionum* Htg., *Lissonota buolianae* Htg., *robusta* Rtzb., *nigra* Brischke, *Pimpla brevicornis* Grav., *linearis* Rtzb., *ruficollis* Grav., *Omorgus difformis* Grav., *Scambus planatus* Htg., *Pezomachus agilis* F., *instabilis* Först.

Von Braconiden wurde aus *buoliana* außer dem genannten *Orgilus* gezogen: *Chelonus sulcatus* Jur.

Von Chalcididen werden als *buoliana*-Parasiten angeführt: *Entedon turionum* Htg., *Habritys brevicornis* Rtzb., *Perilampus levifrons* Dalm., *tristis* Mayr., *Pteromalus roborator* F., *variabilis* Rtzb.

Als räuberische Feinde sind noch zu nennen: der Ohrwurm (*Forficula auricularia* L.), der des öfteren „neben bereits getöteten, ausgesogenen oder eben erst erbeuteten Raupen und Puppen emsig beschäftigt" beobachtet

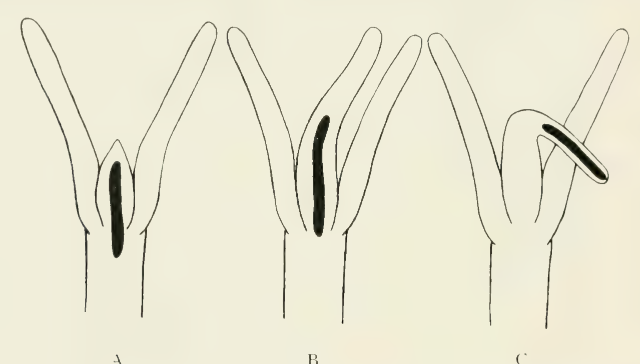


Abb. 240. Schematische Darstellung des Fraßes von A *Evetria turionana* Hb. (Fraß beschränkt sich auf die Knospe, die getötet wird), B *Evetria buoliana* Schiff. (Fraß von der Basis des Triebes aus) und C *Evetria duplana* Hb. (Fraß von der Spitze des Triebes her).

wurde (Ratzeburg, F. 205) und Spinnen, in deren Netzen nicht selten Falter gefangen werden.

Eine durchgreifende Bekämpfung auf ausgedehnten Flächen bietet große Schwierigkeiten. Gasow schlägt, nachdem er die Art der Eiablage entdeckt hat, vor, gegen die Eier mit einem Berührungsgift zu spritzen. Vielleicht bringt auch ein Bestäuben gegen die aus dem Ei geschlüpften Räupchen vor ihrem Eindringen in die Knospe Erfolg. Versuche in dieser Richtung sind jedenfalls angezeigt.

In Knospen und Trieben von Kiefern kommen noch verschiedene andere *Evetria*-Arten vor, die jedoch meist vereinzelt, nur ganz ausnahmsweise häufiger auftreten[1]). Es sind dies:

[1]) Möglicherweise werden sie oft auch nicht erkannt und mit den vorigen verwechselt.

E. sylvestrana Curt. (Abb. 241 und Taf. III, Fig. 4). Vorderflügel schwarzgrau, bis zur Mitte dunkelbleigrau gewellt, das Spitzendrittel rostgelb mit Bleilinien, die Hinterflügel schwärzlich grau, der Kopf und der Thorax vorn rostgelb. Spw. 12—15 mm. — Raupe violettbraun, Kopf schwarz, Nackenschild braun, hinten schwarz gerandet. Lebt von August bis April in Knospen (ähnlich wie *turionana*), jedoch viel seltener. Mehr in Norddeutschland.

E. posticana Zett. (Abb. 242 und Taf. III, Fig. 8). Vorderflügel graubraun, bleigrau gewellt, im Saumfeld rostgelb, mit zwei Bleilinien, die Hinterflügel bräunlich grau, Kopf und Thorax rostgelb. Die kleinste *Evetria*-Art. Spw. 12—15 mm.



Abb. 241. *Evetria sylvestrana* Curt. $2^1/_2\times$.



Abb. 242. *Evetria posticana* Zett. $2^1/_2\times$.



Abb. 243. *Evetria pinivorana* Zll. $2^1/_2\times$.



Abb. 244. *Evetria retiferana* Wocke. $2^1/_2\times$.



Abb. 245. *Evetria margarotana* H. S. $2^1/_2\times$.

Zur Flugzeit der *duplana* hat man ihre Raupen zu suchen. — Raupe rotbraun, violett schimmernd, Kopf und Nackenschild schwarz, Analklappe schwärzlich. Lebt wie die vorige vom Juli, August bis April in den Knospen (meist Seitenknospen, selten in der Mittelknospe) schwachwüchsiger, junger Kiefern und verpuppt sich auch da (s. Thomann, 1914).

E. pinivorana Zll. (Abb. 243 und Taf. III, Fig. 6). Vorderflügel hell rostbraun mit sparsamen, dicken, grauen, kaum glänzenden Wellenlinien, Kopf und Thorax rostbraun und grau gemischt. Spw. 16—19 mm. — Raupe ähnelt derjenigen von *posticana*, jedoch etwas heller rötlichbraun als die vorige, Kopf schwarz, Nackenschild dunkelbraun, Analklappe braun. Lebt März bis Mai in Seitenknospen junger

Kiefern. Nach Nüßlin in manchen Jahren (Karlsruhe 1893) sehr häufig (s. auch Thomann, 1914).

E. retiferana Wocke (= *margarotana* Hein., nec. H. S.!) (Abb. 244 und Taf. III, Fig. 7). In Größe und Form der *turionana* ähnlich. Vorderflügel glänzend rötlich grau mit einer Anzahl schmäleren, fein schwarz gerandeten, gelbbraunen, unregelmäßigen Querbändern, vor der Spitze einige weiße Costalflecken. Hinterflügel braun. Spw. 16—20 mm. Bei Ratzeburg als *margarotana* H. S. — Mit *buoliana* und *turionana* aus den Quirlknospen einer 12 jährigen Kiefernschonung erzogen, in welcher sämtliche Quirlknospen befallen waren (Ratzeburg, W. II 410).

E. margarotana H. S. (Abb. 245 und Taf. III, Fig. 8). Vorderflügel braunrot mit dicken, fein schwarz gesäumten, veilgrauen Bleilinien, der Kopf und die langen Palpen rostbraun. Spw. 19—22 mm. — Raupe walzenförmig, kaum merkbar flachgedrückt, gegen beide Enden schwach verjüngt, Ober- und Unterseite einfach hyazinthrot, kurz weißlich grau behaart. Kopf und Nackenschild glänzend, braunschwarz, ersterer mit tief eingebuchtetem Hinterrand (Wachtl, 1882).

Die von Ratzeburg (W. II. 410) als *margarotana* bezeichnete Art stimmt nicht mit der Herrich-Schäfferschen Art überein, sondern ist mit der von Wocke später beschriebenen *retiferana* identisch. Auch Wachtl (1878) sind mehrfache Verwechslungen unterlaufen: Die von ihm 1878 beschriebene Raupe gehört *Dioryctria abietella* und die von ihm zitierte von Heinemannsche Beschreibung des Falters der *retiferana* Wocke an.

Nach späteren Angaben Wachtls (1882) lebt die Raupe von *margarotana* H. S. in Tannenzapfen, der Angriff erfolgt zumeist nahe der Ansatzstelle des jungen Zapfens. Die Verpuppung erfolgt im Juli, August; die Puppe überwintert.

Evetria resinella L.

Kiefernharzgallenwickler.

Taf. III, Fig. 9.

Ratzeburg: *Tortrix (Coccyx) resinana* L. — Altum: *Retinia resinella* L. — Nitsche: *Tortrix (Retinia) resinella* L. — Wolff-Krauße: *Evetria resinella* L.

Falter: Kopf, Fühler, Brust und Hinterleib dunkelbraun mit hellgrauer Bestäubung. Vorderflügel dunkel schwarzbraun mit stark glänzenden bleigrauen Wellenlinien, die aus mehr oder weniger deutlichen weißen Häkchen am Vorderrande entspringen. Die Bleilinien sind entweder deutlich und bestimmt, gleichmäßig abgesetzt über den ganzen Flügel verteilt oder mehr oder weniger zusammenfließend und nur schmale Linien der Grundfarbe übrig lassend. Fransen meist dunkelgrau. Hinterflügel braungrau mit sehr hellgrauen Fransen, die am Grunde eine breite, dunkle Teilungslinie haben. Spannweite 16—21 mm, Größe also sehr wechselnd.

Das Ei beschreibt Büsgen (1898) „hellgelb, von der Gestalt eines Schildes einer nur wenig konvexen Schildlaus". Es sitzt „mit einer nicht ganz kreisrunden, ebenen Fläche dem Substrat auf und ist auf der Gegenseite schwach gewölbt". Breite ca. 1 mm. Etwa 8 Tage nach der Ablage nehmen die Eier eine dunkelgelbe Farbe an, und nach weiteren 8 Tagen etwa wird in ihnen der Kopf der jungen Larve als schwarzes Pünktchen sichtbar." Nach Gasow, der diese Beschreibung Büsgens nach beinahe 30 Jahren in einigem ergänzt, ist das *resinella*-Ei „plankonvex und von länglich-rundem, mehr oder weniger völlig elliptischem Grundriß und dadurch dem *buoliana*-Ei (siehe oben, S. 283) sehr ähnlich. Als Größenmaße gibt Gasow $1{,}1 \times 0{,}8$ (bis 0,9) mm an.

Raupe großköpfig, gelbbraun (bis gelb) mit kleinen dunklen Wärzchen, Kopf dunkelbraun, Nackenschild und Analklappe heller braun (oder bisweilen auch ockergelb).

Puppe am Vorderteil dunkel, fast schwarz gefärbt, von ziemlich gedrungener Form, mit etwas gehöhlter Stirne und einer ähnlichen Hervorragung wie bei

buoliana. Stachelkranz hinten um den After nicht sehr stark, vorne und an den Seiten nur durch einige haartragende Höckerchen angedeutet (Abb. 247).

Die geographische Verbreitung erstreckt sich über ganz Europa, von England bis Rußland und von Lappland bis Spanien. Als Fraßpflanze ist bis jetzt nur die Kiefer bekannt, und zwar die gemeine Kiefer und die Krummholzkiefer *(Pinus montana* Mill.).



Abb. 246. *Evetria resinella* L. (Harzgallenwickler). $2\frac{1}{2}$ ×.

A B

Abb. 247. A Puppe (Ventralansicht), B Hinterende (stärker vergrößert) von *Evetria resinella* L. Nach Ratzeburg.

Bionomie.

Der Harzgallenwickler gehört zu den gemeinsten und (infolge der auffallenden Harzgallenbildung) zu den bekanntesten Wicklern, so daß schon in der alten Literatur eingehend darüber berichtet wird (Rösel v. Rosenhof u. a.). Trotzdem sind manche wesentliche Züge seiner Bionomie erst in den letzten Dezennien geklärt worden, und sind auch heute noch einige ungelöste Fragen vorhanden.

Im Gegensatz zu den Triebwicklern hat *resinella* eine zweijährige Generation nach der Bioformel:

$$\frac{56 - \overline{6, A, 4}}{45 - 56}$$

Die Flugzeit fällt in die Monate Mai und Juni, die meisten Autoren stimmen hierin überein. Büsgen erhielt seine Falter zu Beginn des Juni, Gasow Ende Mai (der erste Falter schlüpfte am 23. Mai, die weiteren erschienen in den folgenden Tagen). Schon am nächsten Tag nach dem Ausschlüpfen findet die Kopula statt. Nach Baer (Escherich und Baer, 1908) hat *resinella* nur alle zwei Jahre ein Flugjahr, und zwar in den Jahren mit gerader Zahl, also 1900, 1902, 1904 usw. (ebenso wie *Saperda populnea,* s. Bd. II, 263). „Dies trifft nicht nur für ganz Mitteldeutschland und Holland, sondern ebenso auch für Dänemark zu, worauf — wenigstens für die Jahre 1890, 1892, 1894 — schon Boas' Landsmann Borries aufmerksam macht."

Die Eiablage ist im Freien noch nicht beobachtet worden. Im Zwinger strebten die Weibchen nicht zu den Kiefernzweigen, sondern zu den hellsten Stellen des Zwingers, hier legten sie die Eier einzeln oder in unregelmäßigen Gruppen ab. Nach den Beobachtungen an *buoliana* (s. oben, S. 285) nimmt Gasow (1925) an, daß die Eier an den Langtrieb des dem

endständigen Knospenquirl zugekehrten Zweigendes und eventuell an seine Nadelscheiden abgelegt werden. Das Eistadium dauert nach Büsgen 2—3 Wochen.

Die frisch geschlüpften Räupchen streben im allgemeinen den Spitzen der eben in der Entwicklung begriffenen Sprosse zu und beginnen, „bald sich dicht unterhalb des Knospenquirls heimisch zu machen" (Büsgen). Während des nun folgenden Fraßes des Räupchens in der Triebrinde entsteht die bekannte Harzgalle[1]). Über die Art der Entstehung war man lange im unklaren, die meisten Autoren (Ratzeburg, Altum, Nitsche, Eckstein u. a.) sprechen kurzweg von „Harzausfluß" oder „gallenartigem Austreten des Harzes" (Altum) als Folge des Rindenfraßes. So schreibt Ratzeburg (F. 211): „Ich habe die Gegenwart des Räupchens immer erst im Herbst in dem Harzausfluß unterhalb des Knospenquirls entdecken können. Diese kleine Harzgalle hat die Größe einer Erbse. Daß sie nicht zwischen den Knospen ihre Entstehung gehabt hat wie die Harzausflüsse bei *buoliana* und *turionana*, geht daraus hervor, daß zwischen ihr und dem Knospenquirl immer noch einige Nadelpaare stehen. Diese Galle führt schon bis auf das Mark des Triebes, welches hier mißfarbig erscheint und eine längere Rinne von 6—8 mm neben sich hat. Im nächsten Frühjahr arbeitet die innerhalb dieser Galle und im Innern des Triebes hausende Larve weiter und veranlaßt dadurch einen neuen und stärkeren Harzausfluß, welcher sich im Mai noch durch seine hellere (gelblich weiße) Farbe und seine Weiche von dem vorjährigen unterscheidet. Diese Galle ist anfangs noch ganz dünn wie ein Kartenblatt, wird aber durch den stets erneuten Harzzufluß immer dicker und dicker, bis ihre Wände am Ende des Sommers eine Dicke von 2 mm erlangt haben. Die vorjährige kleine Galle ist dann von außen nur noch durch eine kleine Einschnürung zu unterscheiden. Beide sind zu einer etwa kirschgroßen, länglichen, schmutzigweißen Galle verschmolzen, die den Zweig dicht unter dem Quirl der diesjährigen, schon mit Knospenquirlen besetzten Triebe zuweilen fast ganz oder doch bis zwei Drittel umgibt. Im Innern derselben hat sich eine vertikale Wand gebildet. Links von derselben ist die mit Harz ausgegossene, 12—16 mm lange Hauptröhre der Raupe im Innern des Zweiges und rechts von derselben befindet sich noch ein Kanal, welcher sich dicht unter der äußeren Wand fortzieht, mit der Hauptröhre kommuniziert und dadurch entstanden ist, daß sich die diesjährige Galle an die vorjährige anlegt. In dieser Nebenkammer findet man den meisten Kot, sie scheint der Raupe also nur als eine Art Abtritt zu dienen. Oft hat aber auch die Hauptröhre die Nebenkammer zu beiden Seiten. Der Teil des Zweiges, welcher nicht von der Galle besetzt ist, erscheint infolge des unterhalb des Quirls zerstörten Saftlaufes dick und aufgetrieben." So genau und zutreffend in allen sonstigen Angaben die Ratzeburgsche Schilderung ist, so gibt sie über einen Punkt nur ungenügende Auskunft, nämlich über die Art der Entstehung der Harzgalle.

Die Lücke wurde erst 60 Jahre später durch Büsgen (1898) ausgefüllt, der den Gang der Entstehung der Galle genau beobachtete und feststellte, daß es sich dabei nicht um einen einfachen Harzausfluß, sondern um einen richtigen mühsamen Aufbau durch die Raupe handelt, die gewissermaßen

---

[1]) Nach Trägårdh (1915) frißt die junge Raupe zuerst an der Basis der Nadeln.

Stein für Stein herbeischafft. Die Schilderung ist so interessant, daß ich sie hier wörtlich folgen lasse:

„Zuerst wurde ein dünnes Gespinst angelegt," schreibt B ü s g e n, „welches sich zwischen der Sproßachse und den unteren Teilen einiger nahestehender Nadelpaare ausspannte und der Raupe ein zeltartiges Obdach bot. Dann begann das Abnagen der Sproßrinde und gleichzeitig eine höchst eigentümliche Verbesserung des Zeltdaches. Ganz deutlich war mit der Lupe zu beobachten, wie von Zeit zu Zeit der Raupenkopf sich dem Gespinst zuwandte und dort einen glänzenden Tropfen ausschied, der in Alkohol löslich, also doch wohl Harz war. In ziemlich kurzer Zeit wurde so das ganze Gespinst mit Harz imprägniert und so zu einer wasserdichten Decke gemacht.

Auf welche Weise das Tier das Harz an das Gespinst heranbrachte, war nicht genau zu sehen. Dem Anscheine nach spuckte es die Harztröpfchen aus, es ist aber



Abb. 248. Fraß von *Evetria resinella* L. an Kiefer. A einjährige, B zweijährige Galle, aufgeschnitten. Nach R a t z e b u r g (aus N i t s c h e).

auch nicht ausgeschlossen, daß es dieselben zwischen seinen Kiefern und nicht im Schlunde herbeitransportierte. Die Herkunft des Harzes kann nicht zweifelhaft sein. Kiefernsprosse des betreffenden Alters — also von zwei bis drei Monaten — führen nicht allzu tief unter ihrer Oberfläche einen Ring von Harzkanälen, welche bis in die Gipfelknospen hinaufreichen und Seitenkanäle in die Nadeln hineinsenden. Aus diesen Kanälen tritt, wenn die Raupe sie anbeißt, Harz hervor, aber nicht so rasch und massenhaft, daß sie desselben nicht Herr werden könnte. Erst an den älteren Teilen der heurigen Sprosse erfolgt beim Öffnen eines Harzganges momentan ein stärkerer Ausfluß.

Mit der Herstellung des mit Harz imprägnierten Daches ist übrigens die Bautätigkeit der Raupe noch nicht abgeschlossen. Das dünne Zelt reicht durchaus noch nicht hin, sie gegen Angriffe von außen zu schützen. Die Raupe beginnt alsbald an seiner Verstärkung zu arbeiten. Wie so viele Pflanzenschädlinge benutzt sie als

Material zu weiterer Bedeckung die unverdaut ausgeschiedenen Reste ihrer Nahrung. Diese letztere besteht aus den Zellen der Oberhaut, der Rinde und des Holzes der besiedelten Kieferntriebe. Von den kräftigen Mundwerkzeugen abgenagt, durchwandern dieselben den Verdauungskanal der Raupe und werden dabei ihrer stickstoffhaltigen Substanzen und ihrer Stärke beraubt, wie durch mikroskopische Untersuchung der Exkremente sich feststellen läßt. Die Zellulosezellwände und die aus Holzsubstanz bestehenden Stücke der zerkauten Tracheiden sind darin noch gut erkennbar, speziell geben die ersteren noch die charakteristische Reaktion mit Chlorzinkjodlösung. Zu kleinen rundlichen Klumpen zusammengeballt liefern die Reste ein vortreffliches Baumaterial. Auch an Mörtel zum Bau fehlt es nicht. Als solcher dient wieder das langsam aus den angebissenen Kanälen sich ergießende Harz. Da es unter dem Schutze des Zeltdaches lange flüssig bleibt, breitet es sich auf dem Boden der Fraßstelle aus und wird von den beschriebenen Exkrementen wie von kleinen Schwämmen aufgesaugt. Diese harzdurchtränkten Bröckchen aber erfaßt die Raupe mit ihren Kiefern, um sie mit großer Gewandtheit dem Zeltdache anzukleben und außerdem noch gründlich festzuspinnen. Im Laufe der Zeit erfährt übrigens das Gebäude noch eine Vergrößerung. Während der Bau fortschreitet, wird noch ein Stück angeflickt, das als blasenförmige Erweiterung an der Seite des ursprünglichen Zeltes hervortritt. Auch der Innenraum der Wohnung erfährt eine Ausgestaltung. Durch den Fraß der Raupe wird eine Triebstrecke von etwa 2 cm Länge auf ihrer Oberseite der Rinde beraubt. Auch der Holzkörper wird ausgehöhlt und von der offenen Stelle aus sowohl nach der Basis, als nach der Spitze des befallenen Triebes hin ein kurzer Kanal ausgefressen. Vom Rande der Wundöffnung her beginnt nun schon im ersten Fraßjahre sich ein aus Harz und viel Gespinstmasse mit verhältnismäßig wenig Exkrementbröckchen erbautes Tonnengewölbe zu erheben, welches oben mit einem Längsschlitze gegen den übrigen Zeltraum geöffnet bleibt. Es ist dies der Teil der Wohnung, welcher später, auf der Innenseite mit neuen Gespinstmassen austapeziert, als Puppenwiege dienen wird. Vom Fraßgang aus schief aufsteigend, reicht er bis an das Zeltdach heran, dessen weitere Verdickung an der Berührungs- und späteren Durchbruchsstelle nun unterbleibt. Der übrige Raum zwischen Puppenwiege und Zeltdach füllt unter Erweiterung sich allmählich mit Exkrementbröckchen, welche bald mehr, bald weniger von Gespinstfäden und Harz durchsetzt sind.

„So stellt die ganze Harzgalle ein ziemlich kompliziertes Gebäude dar, welches einer eigentümlichen Bautätigkeit des Gallentieres sein Dasein verdankt und durchaus nicht zu vergleichen ist mit den Harzausflüssen, welche sonst bei Verwundungen der Nadelhölzer sich bilden. Daß die Harzansammlung so bedeutend wird, erklärt sich daraus, daß der dauernde Fraß der Raupe keine völlige Vernarbung der Wunde zuläßt. Wenn solche, wie es wirklich geschieht, an einer Stelle eintritt, ist anderswo wieder ein Harzgang angebissen, so daß es dem Baumeister nie an Mörtel fehlt. Übrigens ist der Harzgehalt der Galle gar nicht so groß, wie es den Anschein hat. Bringt man Gallen in Spiritus, welcher ihr Harz löst, so sieht man überrascht, daß sie nicht viel von ihrer Größe einbüßen. So lange das Präparat in der Flüssigkeit weilt, zeigt es sogar so ziemlich dieselbe Form wie vor der Weglösung des Harzes. Man erkennt jetzt, wie groß der Anteil von Gespinstmasse an dem Ganzen ist. Nimmt man freilich die harzfrei gewordene Galle heraus, so fallen ihre nicht mehr durch das hartgewordene Harz gesteiften Wände zusammen und man hat nur einen mehr oder weniger formlosen Exkrementklumpen vor sich, der aber immer noch beträchtliche Größe besitzt“ [1]).

[1]) Danach hätte der von Krauße während der Zeit der Harznot im Kriege gemachte Vorschlag, die *resinella*-Gallen zur Harzgewinnung heranzuziehen, keinen

Interessant ist auch die Beobachtung Büsgens, daß die Raupen unter Umständen (wenn z. B. die Triebspitzen frühzeitig eintrocknen) ihren bereits begonnenen Bau verlassen (indem sie das Zeltdach durchnagen), um sich näher an der Basis des betreffenden Zweiges anzusiedeln[1]).

Die Verpuppung findet nach zweimaliger Überwinterung der Raupe, also im 3. Kalenderjahre statt, und zwar in den Monaten April, Mai (Gasow). Verschiedentlich wird der März als Verpuppungsmonat angegeben, doch dürfte es sich hier, wenigstens im Freiland, um Ausnahmen handeln.

Das Schlüpfen der Falter findet nach etwa vierwöchiger Puppenruhe im Mai und Juni statt (s. oben S. 295). Wie die Puppe sich aus der Harzgalle herausarbeitet, hat Büsgen (1898) sehr anschaulich beschrieben: „Die bei niedriger Temperatur fast steinharte Harzmasse zu durchbrechen, würde ihr wohl unmöglich sein, sobald aber das Harz in der Morgensonne erweicht, sieht man an einem, gewöhnlich dem Vorderende der Galle benachbarten Punkte eine Anschwellung auftreten. Dieselbe vergrößert sich rasch, und bald wird in ihrem Zentrum, noch von Harz bedeckt, das Kopfende der Puppe sichtbar. Immer wieder taucht das Tier aus der Harzmasse empor, immer dünner wird die es bedeckende Harzschicht, bis sie endlich zerreißt und die Puppe frei zutage tritt. Keine Spur von Harz bleibt dabei an ihr hängen. So glatt und unbenetzt kommt sie zum Vorschein wie etwa ein Glasstab, welchen man in Quecksilber eingetaucht hat. Die fortschreitende Bewegung der Puppe im Harze ist eine Folge vom Drängen des eingeschlossenen Schmetterlings nach ihrem Vorderende hin. Dieses Drängen dauert fort, nachdem sie das Harz durchbrochen hat, und führt nun zur Sprengung der Hülle und zum Ausschlüpfen der Imago. Die Puppenhülle bleibt dabei etwa bis zur Hälfte im Harze stecken, hier noch schwach festgehalten durch doppelte Querreihen kurzer, rückwärts gerichteter Borsten auf den Hinterleibsringen, welche bei der Schiebung oder Wanderung vom Puppenlager ans Tageslicht eine nützliche Rolle gespielt haben. Eine Viertelstunde etwa dauert der ganze Vorgang der Befreiung des Schmetterlings, worauf dessen erste Sorge ist, sich an eine benachbarte Kiefernadel anzuklammern, um dort seine Flügel sich entfalten zu lassen."

Befallen werden meist junge Kiefern (6–10jährige) auf kümmerlichen, dürftigen Böden. Doch kann man die Gallen nicht selten vereinzelt auch an den Seitenzweigen älterer Bäume (Stangenholz und Altkiefern) finden. Weitaus in den meisten Fällen werden auch an den jungen Kiefern lediglich die Seitenzweige angegangen, ganz ausnahmsweise auch die Höhentriebe (Altum, F. 186).

Der Befall wechselt übrigens stark nach den Jahren; in manchen Jahren sind kaum frische Gallen zu finden, in anderen hinwiederum treten sie ungemein zahlreich auf. Klimatische Verhältnisse in Verbindung mit stärkerer oder schwächerer Parasitenentwicklung (s. unten) werden an diesen Schwankungen den Hauptanteil haben.

allzu großen Erfolg versprochen. Übrigens wurde auch schon von Treitschke, dem sich Ratzeburg anschließt, eine technische Verwertung der Harzgallen empfohlen, nämlich „zur Gewinnung von Kienruß".

[1]) Bei künstlichen Verletzungen der Gallen blieben bei Büsgens Versuchen die Raupen in ihrem alten Bau, letzterer wurde rasch repariert.

Die Folgen des Fraßes sind nach dem oben Gesagten im allgemeinen weit geringer als bei den Triebwicklern, zumal noch dazu kommt, daß die Knospen der befallenen Zweige für gewöhnlich nicht eingehen, sondern sich normal weiterentwickeln, so daß dann die zweijährige Galle an dem vorjährigen Trieb liegt.

Allerdings kann es unter ungünstigen klimatischen und schlechten Standortsverhältnissen auch zu einem Absterben der Knospen kommen, so daß also in solchen Fällen, wo es sich z. B. um Dünenaufforstungen handelt, *resinella* forstlich doch auch recht unangenehm werden kann (zumal wenn sie, was sehr häufig vorkommt, mit den verschiedenen Triebwicklern zusammen auftritt).

Die Erkennung des *resinella*-Fraßes wird durch die charakteristische, weithin sichtbare Harzgalle so gesichert, daß eine Verwechslung mit anderen Kiefernschädlingen ausgeschlossen ist. Selbst die kleine, eben erst im Entstehen begriffene Galle ist an ihrer Lage sofort zu erkennen und von durch andere Schädlinge, vor allem die Triebwickler, verursachten Harzausfluß leicht zu unterscheiden.

Eine Bekämpfung wird sich nur bei starkem Befall und wo besonders ungünstige forstliche Verhältnisse vorliegen, lohnen; sie kann nur in einer mechanischen Vernichtung der Harzgallen bestehen, durch Abbrechen derselben oder Abschneiden des Triebes unterhalb der Galle. Eine Verwertung der Gallen wird unter normalen wirtschaftlichen Verhältnissen nicht in Frage kommen (s. auch oben S. 298 Anm.).

Der Vermehrung von *resinella* steht ein großes Heer von natürlichen Feinden gegenüber. Werden schon vom Buntspecht viele Gallen aufgehackt, so stellen Dutzende von verschiedenen Parasiten-Arten den verschiedenen Entwicklungsstadien des Harzgallenwicklers nach.

Von Tachinen wurden außer den beiden schon oben bei *buoliana* genannten *Actia pilipennis* Fall und *crassicornis* Fall noch *Actia infantula* Zett. und *Zenillia resinellae* Girsch. gezogen (Baer).

An Schlupfwespen sind mehrere Dutzend Arten als *resinella*-Parasiten bekannt, von denen folgende genannt seien: Ichnemoniden: *Angitia chysostica* Grav., *vestigialis* Rtzb., *Clistopyga incitator* F., *Ephialtes brischkei* D. T., *strobilorum* Rtzb., *Glypta incisa* Grav., *resinana* Htg., *tenuicornis* Thoms., *Hemiteles coriarius* Taschb., *Limnerium assimile* Grav., *ramidulum* Brischke, *Lissonota hortorum* Grav., *parallela* Grav., *variabilis* Holmgr., *Pimpla brevicornis* Grav., *diluta* Rtzb., *graminella* Schr., *inquisitor* Scop., *linearis* Rtzb., *maculator* F., *orbitalis* Rtzb., *punctulata* Rtzb., *resinellae* L., *ruficollis* Grav., *terebrans* Rtzb., *variegata* Rtzb., *Polyblastus calcator* Müll., *Scambus sagax* Htg., *Theronia atalantae* Poda, *Tryphon integrator* Müll. — Braconiden: *Apanteles octonarius* Rtzb., *Aphidius inclusus* Rtzb., *Orgilus obscurator* Nees, *Rhogas interstitialis* Rtzb. — Chalcidier: *Entedon geniculatus* Htg., *Pteromalus guttala* Rtzb., *Torymus resinanae* Rtzb. — Proctotrupiden: *Platygaster mucronatus* Rtzb.

Gattung Argyroploce Hb.

Syn. *Olethreutes* Hb.

Besonders charakteristisch für die Gattung *Argyroploce* sind zwei sekundäre Sexualcharaktere: beim Männchen tragen die Hinterschienen einen ausspreizbaren

Haarbüschel, allerdings von verschiedener Länge (Abb. 249 B); außerdem sind die Hinterflügel des Männchens am Dorsalrand mehr oder weniger stark eingerollt und die kleine Rolle wieder nach der Dorsalseite geschoben, oft mit verdickter Leiste darin (Abb. 249 D).

Alle anderen Merkmale sind weniger von Bedeutung. Thorax geschopft (Abb. 249). Auf den Hinterflügeln sind Adern *rr* und m_1 basalwärts stark genähert, m_3 und cu_1 entspringen dicht beisammen oder aus einem Punkt, m_2 ist basalwärts m_3 angenähert (Abb. 249 C).

Die Gattung *Argyroploce* enthält zahlreiche Arten (Spuler führt 59 europäische auf).

„Die Raupen leben teils ektophytisch als Blattroller, „Wickler“ im engsten Sinn des Wortes, andere dagegen ebenfalls äußerlich zwischen unregelmäßig versponnenen Pflanzenteilen, sehr zahlreich endlich endophytisch

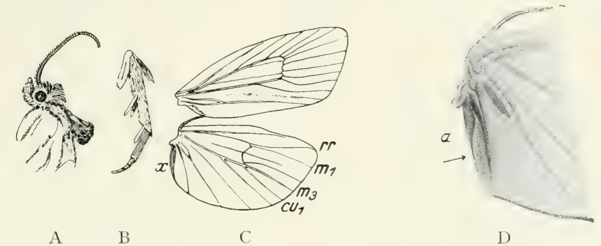


Abb. 249. *Argyroploce* ♂, A Kopf und Thorax (Seitenansicht), B Hinterbein mit kleinem Haarpinsel, C Flügelgeäder (Hinterflügel *rr* und m_1, m_3 und cu_1 entspringen stark genähert, bzw. aus einem Punkt, *x* Dorsalumrollung), D Umrollung des Dorsalrandes der Hinterflügel. Nach Kennel.

in Samenkapseln, Stengeln und Wurzeln. Während die 1. und 2. Gruppe in der Regel in kurzer Zeit im Frühling und Sommer ihr Wachstum vollenden und teilweise in zwei Generationen auftreten, brauchen die endophytischen in der Regel längere Zeit, und überwintern als Raupen, um sich im Frühling zu verpuppen“ (Kennel).

Forstlich kommt der Gattung *Argyroploce* nur geringe Bedeutung zu, es sind nur zwei Arten (*hercyniana* Tr. und *lacunana* Dup.) in der forstentomologischen Literatur erwähnt, dagegen enthält sie einige landwirtschaftlich sehr schädliche Arten, wie *Arg. variegana* Hb. (Grauer Knospenwickler), der durch Zerstören der Knospen dem Obstbau empfindlichen Schaden zufügt[1]).

Argyroploce hercyniana Tr.

Großer Fichtennadelwickler.

Taf. III, Fig. 10.

Ratzeburg: *Tortrix (Coccyx) Clausthaliana* Rtzb. — Nitsche: *Tortrix (Penthina) hercyniana* Tr. — Nüßlin-Rhumbler: *Grapholitha (Olethreutes) hercyniana* Tr. — Wolff-Krauße: *Argyroploce hercyniana* Tr.

Falter: Kopf, Fühler, Brust und Leib sowie Grundfarbe der Vorderflügel sepiabraun, letztere mit feinen, weißlichen Flecken, die unregelmäßig bindenartig

[1]) In den Tropen gibt es eine ganze Reihe sehr schädlicher *Argyroploce*-Arten, z. B. im Zuckerrohr, in Früchten usw.

vereint den Flügeln ein feingegittertes Aussehen geben. Sie entspringen teilweise aus den Häkchen des Vorderrandes, von denen bei guter Ausbildung die beiden ersten einfach, die beiden folgenden doppelt und das letzte, am weitesten wurzelwärts stehende, dreifach geteilt ist. Fransen hellbraun mit einzelnen weißen Fleckchen. Hinterflügel graubraun mit helleren, dunkler geteilten Fransen. Spannweite 13—16 mm (Abb. 250).



Abb. 250. *Argyroploce hercyniana* Tr. (= *clausthaliana* Rtzb.), Großer Fichtennadelwickler. $2^1/_2 \times$.

Raupe schmutzig braunrötlich, Kopf, Brustfüße und der Hinterrand des Nackenschildes schwarz.

Puppe dunkel, fast schwärzlich braun.

Hercyniana wurde von Ratzeburg im Harz beobachtet in Höhen von 400—700 m, sie kommt auch sonst in Mittel- und Norddeutschland vor, ferner in Österreich, Ungarn, der Schweiz, in Holland, Finnland, Westrußland und Lappland. Als Fraßpflanze gibt Ratzeburg die Fichte an, Spuler nennt Fichte, Tanne und Kiefer.

Sie fliegt von Mitte Juni bis Ende Juli. Die Raupe lebt in den stark benadelten Zweigen junger Fichten und auch an den Wipfeln stärkerer Bäume, wo sie sich zwischen den Nadeln ein Gespinst machen und die Nadeln außen anfrißt. Zur Verpuppung zieht sie 6—8 Nadeln zu einer Röhre zusammen, die inwendig mit weißem Gespinst ausgekleidet ist. Vor dem Ausschlüpfen schiebt sich die Puppe zur Hälfte aus dem Gespinst hervor (Ratzeburg, F. 224).

Die forstliche Bedeutung ist nur gering, da *hercyniana* nicht zur Massenvermehrung zu kommen scheint.

Argyroploce lacunana Dup.

Falter: Vorderflügel olivgrün, Wurzelfeld schwarz gewellt, das folgende helle Querband etwas gebogen, am Vorderrand breiter als am Innenrand, grünlich weiß mit bleiglänzenden und schwärzlichen Wellenlinien. Die dunkle Mittelbinde nur wurzelwärts scharf begrenzt, olivgrün mit schwarzen Querwellen und großen Bleiflecken. Auf die Mittelbinde folgt saumwärts ein gebogener Bleistreif. An der Costa 3 dunkle Häkchen. Saumstreif olivgrün, mit dem 3. Costalhäkchen sich verbindend, spitzenwärts von einem Silberstreif und dieser von einem dunklen Schrägstreifchen aus dem 1. Costalhäkchen gefolgt. Apex mit schwarzem Fleckchen. Fransen gelblich, nach außen bräunlich, an der Stelle des Saumstreifs sowie am Tornus dunkel. Hinterflügel schwarzbraun, Spannweite 18 mm (Abb. 251).



Abb. 251. *Argyroploce lacunana* Dup. $1^1/_2 \times$.

Die Färbung und Zeichnung ungemein variabel, was zur Aufstellung einer Reihe von Varietäten geführt hat.

Auch die Raupe sehr variabel, von schwarz oder dunkelbraun bis grauweiß, gelblich oder grün, Kopf, Nacken- und Analschild schwarz oder hellbraun. Länge 10 mm.

Die Art, die mehrere Generationen hat, ist den ganzen Sommer über einer der häufigsten Wickler. Die Raupe lebt polyphag zwischen versponnenen Blättern und Blüten aller möglichen Laubpflanzen und Kräuter. Dingler (1929) berichtet von ihrem Vorkommen auf Buchensaat, und zwar zwischen den von ihr zusammengesponnenen Cotyledonen. „Sie frißt in der Haupt-

sache an den chlorophyllhaltigen Bestandteilen der Cotyledonen, die daher auch an ihrer Basis zu kleineren oder größeren weißen Inseln skelettiert erscheinen." Der Sproß zwischen den zusammengesponnenen Blättern war verkümmert, ob die Raupe sich von ihm ernährt, war nicht mit Sicherheit festzustellen. Eine größere forstliche Bedeutung scheint *lacunana* Dup. nicht zuzukommen.

Gattung Cymolomia Led.

Der Hauptunterschied gegenüber der vorigen Gattung besteht darin, daß der stark umgerollte Dorsalrand am Hinterflügel des Männchens zipfelförmig vortritt (Abb. 252).

Eine kleine Gattung mit nur zwei europäischen Arten, von denen die eine an Baumstämmen (Laubholz), in faulendem Holz oder im Moos in röhrenförmigen Gespinsten lebt, die andere in und an den Nadeln von Koniferen. Nur die letztere Art (*hartigiana* Rtzb.) hat Eingang in die forstentomologische Literatur gefunden.

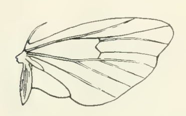


Abb. 252. *Cymolomia*. Umrollung des Dorsalrandes der Hinterflügel beim ♂. Nach Kennel.



Abb. 253. *Cymolomia hartigiana* Rtzb. (Gabelbindiger Fichtenwickler). 2½ ×.

Cymolomia hartigiana Rtzb.

Taf. III, Fig. 11.

Ratzeburg: *Tortrix (Sciaphila) hartigiana* Sxs. Nitsche: *Tortrix (Grapholitha, Cymolomia* Led.) *hartigiana* Rtzb.

Falter: Kopf, Fühler, Brust und Hinterleib sowie Grundfarbe der Vorderflügel dunkelbraun. Im kleinen Wurzelfelde eine bleifarbene Querlinie, dann ein mittleres braungelbes Feld, das durch eine bleigraue Querlinie in zwei Teile geteilt ist. Saumfeld groß, von dunkler Grundfarbe, durch einige aus den bleigrauen Häkchen des Vorderrandes entspringende und nach dem Innenrande zu zusammenfließende breite Querbinden durchsetzt. Die ganze Zeichnung ist oft sehr undeutlich. Hinterflügel blaugrau mit etwas helleren, dunkel geteilten Fransen. Spannweite 13 mm (Abb. 253).

Raupe mit hellbraunem Kopfe, der jederseits hinter den Ocellen einen schwarzen Fleck trägt, und grünlich braunem Nackenschilde. Letzter Ring ganz grün.

Puppe mit einem gezähnten hakenborstigen Aftergriffel und mit stark hervorragender, nach hinten in einen breiten Kamm auslaufender Stirn (Abb. 254).

Der in Norddeutschland, Livland bis Petersburg vorkommende Wickler wurde von Hartig bei Berlin gefunden und von Ratzeburg beschrieben. Als Fraßpflanze gibt Ratzeburg die Fichte an, Spuler die Fichte und Tanne.

Der Falter schwärmt von Mai bis Juli (nach Kennel „von Mitte Juni bis in den August, besonders um Fichtenhecken"), die Raupe miniert zunächst in den Nadeln, wobei sie wie *tedella* (s. unten S. 348) nur ein Loch in dieselben macht und eine Anzahl Nadeln zusammenspinnt. Später lebt sie

äußerlich in dem Gespinst und frißt die Nadeln von außen ab. Bisweilen bleiben die Knospenschuppenhauben als „Mützchen" durch Spinnfäden befestigt an den Trieben hängen wie bei *Semasia ratzeburgiana* Rtzb., *Asthenia pygmaeana* Hb. u. a.

Nach Spuler dauert das Raupenstadium von August bis April. Nach Ratzeburg soll die Verpuppung größtenteils schon im Herbst im Boden stattfinden, „doch müssen auch einzelne Raupen überwintern, da man ausgewachsene Exemplare während der Schwärmzeit im Frühjahr vorfindet, die sich im Juli zwischen den Nadeln verpuppten" (F. 230).

Wenn *hartigiana* bis jetzt auch noch nicht als forstlicher Schädling aufgetreten ist, so verdient sie doch als Nadelminierer unser Interesse. Die Bionomie bedarf noch in manchen Punkten der Aufklärung.

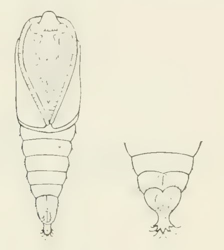


Abb. 254. Puppe von *Cymolomia hartigiana* Rtz. (Ventralseite). Rechts Hinterende vergrößert. Nach Ratzeburg.

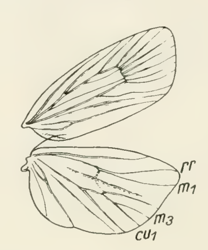


Abb. 255. Flügelgeäder einer *Semasia*-Art (Hinterflügel *rr* und m_1 dicht beisammen, eine Strecke weit parallel verlaufend, m_3 und cu_1 gestielt). Nach Kennel.

Gattung Semasia Kenn.

Syn. *Steganoptycha* Stph., *Epinotia* Hb.

Kennel hat in der Gattung *Semasia* alle diejenigen *Epibleminae* zusammengefaßt, welche weder am Körper noch an den Beinen, noch an den Flügeln besonders bemerkenswerte Auszeichnungen haben. Es fehlen also jede Art von Umschlägen an Costa oder Dorsum der Flügel, jede ungewöhnliche Ausbildung irgendeiner Art, jede Modifikation der Flügelmembran, Haarpinsel an den Beinen oder Flügeln, besondere Auszeichnungen an Fühlern, Palpen oder Abdomen.

Die mannigfaltigen Verschiedenheiten im Verlauf der Adern auf den Hinterflügeln können nicht zur Abtrennung von Gattungen benützt werden, da dieselben auch innerhalb der bisher aufgestellten Gattungen sogar bei ein und derselben Art vorkommen.

Fühler fadenförmig, fein bis mittelstark bewimpert, Thorax meist glatt, nur in wenigen Fällen mit kleinem Schopf. Auf den Vorderflügeln entspringen alle Adern getrennt voneinander, r_4 und r_5 umfassen die Spitze. Auf den Hinterflügeln entspringen die Adern *rr* und m_1 dicht beisammen und ziehen eine Strecke weit parallel, in einigen Fällen gestielt. Adern m_3 und cu_1 entspringen entweder dicht beisammen oder aus einem Punkt oder auch verschieden lang gestielt, oder sie fallen in ganzer Länge zusammen (hierin kommen alle Übergänge vor zwischen kurzem und sehr langem Stiel, so daß nur eine ganz kleine Gabelung vorhanden ist). Ader m_2 ist an ihrer Basis stets mehr oder weniger gebogen und dadurch in ihrem Ursprung an Ader m_3 angenähert.

Die Gattung *Semasia* enthält über 50 europäische Arten, die biologisch sich recht verschieden verhalten.

Semasia rufimitrana H. S.

Rotköpfiger Tannenwickler.

Taf. III, Fig. 12.

Ratzeburg: *Tortrix rufimitrana* H. S. — Altum: *Grapholitha rufimitrana* H. S. — Nitsche: *Tortrix (Grapholitha, Coccyx, Steganoptycha) rufimitrana* H. Sch. — Nüßlin-Rhumbler: *Grapholitha (Steganoptycha) rufimitrana* H. Sch. — Wolff-Krauße: *Epinotia rufimitrana* H. Sch.

Falter (Abb. 256) recht veränderlich. Kopf und Brust rostgelb. Vorderflügel gelbgrau oder graubraun, oft mit vielen hellen Bleilinien durchzogen. Wurzelfeld dunkel, in der Mitte saumwärts scharfwinklig vorspringend, mit verschiedenen helleren Querzeichnungen. Im Mittelfelde eine dunkelbraune, schräge Querbinde, die oft rostgelb ausgefüllt und von Bleilinien eingefaßt ist. Mittelfeld wurzelwärts von derselben, wenigstens am Innenrande, oft rostgelb überflogen. Im Vorderwinkel, über dem rostgelben Spiegel, eine dunkelbraune, verschieden gestaltete Zeichnung. Vorderrand dunkelbraun, von den hellen Häkchen unterbrochen, Saumrand dunkel. Hinterflügel einfarbig graubraun mit helleren, von einer dunkleren Teilungslinie durchschnittenen Fransen. Spannweite 12—16 mm (Nitsche).

Eier (Abb. 257) länglich oval mit netzartiger Skulptur aus unregelmäßigen, länglichen Maschen bestehend, im frischen Zustande gelblich grau.



Abb. 256. *Semasia rufimitrana* H. S. (Rotköpfiger Tannenwickler). $2^1/_2\times$.

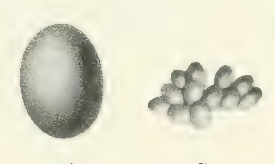


Abb. 257. Eier von *Semasia rufimitrana* H. S. A ein Ei stark vergrößert, B Eierhaufen weniger stark vergrößert. Nach Wachtl.

Raupe (Abb. 258 A): Kopf (im Gegensatz zu der schwarzköpfigen *murinana*-Raupe) licht rostrot mit zwei dunkleren Wischen hinter den Punktaugen. Leib matt, chagrinartig gekörnt, schmutzig grünlichgelb. Ring 1 rein gelb mit geteiltem Nackenschilde. Die haartragenden Wärzchen in gewöhnlicher Verteilung, Haare gelblich. Afterklappe klein, mit einigen Haaren. Länge bis 9 mm.

Puppe (Abb. 258 B) glänzend, gelblich rostrot. Kopf mit 2 langen Haaren. Hinterende abgestutzt mit 6—9 kurzen Afterdornen auf der Oberseite und 8 dünnen, langen Hakenborsten. Länge bis 6 mm.

Als Verbreitungsgebiet gibt Kennel an: Mitteleuropa (mit Ausnahme von Holland), Nordwestrußland. *Rufimitrana* scheint (wie *Cac. murinana* Hb.) ein ausgesprochenes Tanneninsekt zu sein; außer der Weißtanne *(Abies pectinata* D. C.) wird noch die Griechische Tanne *(Abies cephalonica* Link.) als Fraßpflanze genannt.

Die Bionomie ist in den meisten Punkten übereinstimmend mit der des schwarzköpfigen Tannenwicklers *(Cac. murinana* Hb., s. oben S. 230), so daß auch die Bioformel der dort angegebenen mehr oder weniger gleichen dürfte.

Über die Flugzeit finden sich verschiedene Angaben. Nach Altum (F. 198) erscheint der Falter wohl schon Mitte Mai, zumeist erst im Juni,

und schwärmt fast bis Ende Juli. Die meisten anderen Autoren lassen die Flugzeit 14 Tage später als bei *murinana* fallen.

Die Eier werden in kleinen Häufchen abgelegt (s. Abb. 257), wahrscheinlich (worauf der schlank gebaute, lang vorstreckbare Ovipositor des Weibchens sowie Zwingerbeobachtungen schließen lassen) in den Rindenritzen der stärkeren Äste und des Stammes.

Die Eier überwintern und die Räupchen kommen im nächsten Frühjahr mit der Entwicklung der Maitriebe aus. Die Fraßart scheint ganz ähnlich zu sein wie bei *Cac. murinana* Hb. (s. dort, S. 232). Nur ist nach Ratzeburg (W. II. 21) das Gespinst noch fester, auch „stecken die Raupen darin fester und lassen sich nur schwer unversehrt herausziehen".

Die erwachsenen Raupen lassen sich (Ende bis Mitte Juni) an Fäden herab und verpuppen sich in der Bodenstreu und in der Moosdecke in einem mit Erde vermischten Kokon.

Rufimitrana kommt häufig in Gemeinschaft von *Cac. murinana* Hb. vor, wobei bald die erstere (wie z. B. bei dem großen böhmischen Fraß), bald die letztere Art (wie beim Schweizer Fraß) die häufigere ist.

Gewöhnlich werden Alt- und Mittelhölzer befallen, doch teilt Schimitschek (1909) einen Fall aus den Kleinen Karpathen mit, in dem

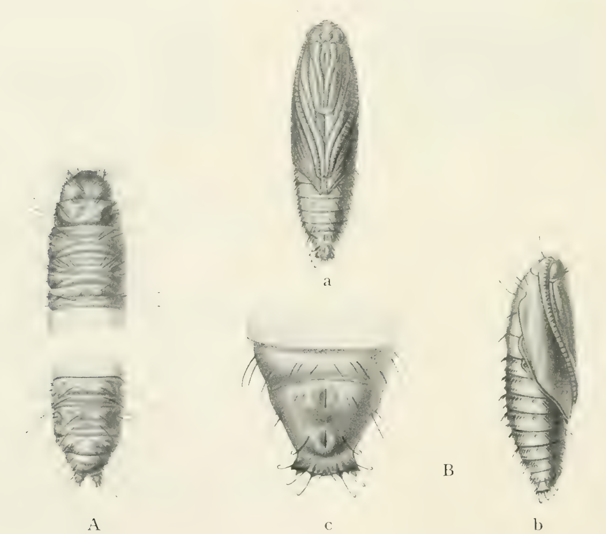


Abb. 258. A Raupe (Vorderteil und Hinterende), B Puppe von *Semasia rufimitrana* H. S. (a Ventralseite, b Seitenansicht, c Hinterende). Nach Wachtl.

nur Junghölzer im Alter von 15—30 Jahren angegangen wurden, während auf den Mittel- und Althölzern der Umgebung nicht eine Raupe gefunden werden konnte. Das Fraßgebiet erstreckte sich auf drei räumlich getrennte Unterabteilungen von zusammen ungefähr 200 ha, meist Misch-

bestände von $^1/_3$ Tanne und $^2/_3$ Fichte. Die Raupen waren in solchen Mengen vorhanden, daß man im Juni nur mit quer vor das Gesicht gehaltenem Stock durch diese Bestände gehen konnte, um sich der herabspinnenden Raupen und Fäden zu erwehren.

Der Fraß selbst ist ungefähr der gleiche wie der von *murinana*, daher gilt bezüglich der Erkennung und der Folgen des Fraßes, der



Abb. 259. Frischer Fraß mit Gespinsten von *Semasia rufimitrana* H. S. Nach Nitsche.

forstlichen Bedeutung, Bekämpfung usw. das oben bei *murinana* Gesagte. Bei der Anwesenheit von Raupen ist die Unterscheidung von *murinana* durch den hellroten Kopf ohne weiteres gegeben. — Über die Geschichte der bisher beobachteten Gradationen siehe oben bei *murinana* (S. 236).

Semasia ratzeburgiana (Sax.) Rtzb.

Rostroter Fichtenwickler.

Taf. III, Fig. 14.

Ratzeburg: *Tortrix (Coccyx) Ratzeburgiana* Sxs. — Nitsche: *Tortrix (Steganoptycha) Ratzeburgiana* (Sxs.) Ratz. — Wolff-Krauße: *Epinotia Ratzeburgiana* Rtz.

Falter: Kopf mit Brust gelblich braun, Leib etwas dunkler, Vorderflügel von rotgelber Grundfarbe, die in dem großen, saumwärts spitzwinklig vorspringenden Wurzelfelde, besonders an dessen Hinterrande, dunkelbraun bestäubt ist. Ober- und unterhalb von der vorspringenden Spitze des Wurzelfeldes ein hellerer, weißgelber Dreiecksfleck am Vorder- und Innenrand. Beide stoßen in der Mitte zusammen und werden saumwärts von einem breiten, aus der Mitte des Vorderrandes entspringenden, schräg nach dem Innenwinkel verlaufenden Band von Grundfarbe begrenzt. Diese Binde ist besonders in der Mitte dunkelbraun bestäubt. Saumwärts von letzterer wieder weißgelbe Zeichnungen, die teilweise aus hellen Häkchen des dunkel bestäubten Vorderrandes entspringen. Saum dunkel bestäubt und hell unterbrochen.



Abb. 260. *Semasia ratzeburgiana* (Sax.) Rtzb. ♀. $2\frac{1}{2}\times$.

Fransen hell graubraun. Hinterflügel mit helleren, dunkel geteilten Fransen. Spannweite 12—15 mm (Abb. 260).

Raupe (Abb. 261 A) schmutzig weißgrau, Kopf klein, hellbraun, Nackenschild geteilt, fast von Körperfarbe.

Puppe (Abb. 261 B und C) ausgezeichnet durch lange Fühler, durch abgestutzte Stacheln des letzten Ringes und den Mangel von Hakenborsten.

Kennel gibt als Verbreitungsgebiet an: Mittel- und Nordeuropa, Nordamerika. Die Hauptfraßpflanze ist die Fichte (Ratzeburg), Kennel gibt Tanne und andere Nadelbäume an, Spuler Fichte und Kiefer.

Der Falter fliegt ziemlich spät, im Juli und August. „Den Fraß bemerkt man in den starken Endknospen der Zweige junger, kräftiger Fichten von 20—50 Jahren, auch wohl älterer Bäume, wo die Raupe an der einen Seite des Triebes gegen die Spitze hin ein tiefes Loch in die dichte, weiche Masse der zarten, jungen Nadeln frißt. Wenn der junge Trieb sich entwickelt und die Ausschlagschuppen abschiebt, spinnt sie diese an der Spitze derselben fest, so daß die Knospenschuppenhauben als „Mützchen" an dem sich weiter entwickelnden Trieb oft bis spät in den Sommer hängen bleiben[1])

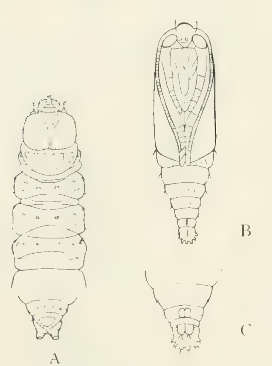


Abb. 261. *Semasia ratzeburgiana* Rtzb. A Raupe (Vorder- und Hinterende), B Puppe ♂ (Ventralseite), C Hinterende der Puppe. Nach Ratzeburg.



Abb. 262. Junger Fichtentrieb mit von der Raupe von *Semasia ratzeburgiana* Rtzb. an der Spitze festgesponnenen Ausschlagschuppen. Nach Ratzeburg.

(Abb. 262 B). Untersucht man die Fraßstelle näher, so ergibt sich folgendes Bild: Der junge Trieb ist stets stark gekrümmt, die Vegetationsspitze stets stark beschädigt, so daß hier keine Knospenanlagen entstehen können, Nadeln nicht miniert, sondern in einem Längsstreifen auf der Triebunterseite ganz abgefressen, Triebachse selbst ebenfalls angegriffen." Der Fraß findet sehr

[1]) Das Vorhandensein der „Mützchen" kommt auch bei anderem Wicklerfraß vor, wie auch bei der folgenden Art *(nanana)*.

frühzeitig statt. Anfangs Juni ist die Fraßstelle bereits von den Raupen verlassen (Baer, 1910).

Forstlich nur unmerklich schädlich, da die Art nicht zu Massenvermehrung zu kommen scheint.

Semasia nanana Tr.

Kleinster Fichtennadelmarkwickler.

Taf. III, Fig. 14.

Ratzeburg: *Tortrix (Coccyx) nanana* Kuhlw. — Altum: *Grapholitha (Steganoptycha) nanana* Kuhlw. — Nitsche: *Tortrix (Steganoptycha) nanana* Tr. — Nüßlin-Rhumbler: *Grapholitha (Steganoptycha) nanana* Tr. — Wolff-Krauße: *Epinotia nanana* Tr.

Falter: Vorderflügel dunkel graubraun, rötlich schimmernd, mit drei breiten, hellen Querbinden, die von dunkleren Linien mehrfach durchzogen sind. Kopf oben bräunlich grau, Gesicht weißgrau. Spannweite 9—10 mm (Abb. 263).

Raupe: Färbung meist schmutzig grünlich weiß, zuweilen hell, seltener dunkelbraun (bei jüngeren Exemplaren). Kopf schwarz, der in der Mitte geteilte Nackenschild ebenfalls dunkel, wie auch mehr oder weniger die übrigen stark chitinisierten Teile. Ohne Borstenkamm über dem After. Länge 8—9 mm.



Abb. 263. *Semasia nanana* Tr. 3×.

Puppe (Abb. 264): Vorderflügelscheiden kurz, auf dem 4. Abdominalsegment endend. Auf den Abdominalsegmenten mit dorsalen Dornenkränzen. Mit nur 6 apicalen Hakenborsten (und zwar 4 sehr starken am Dornenkranz des 10. und 2 ventralen am Hinterrand des 9. Segmentes).

Abb. 264. Puppe von *Semasia nanana* Tr. Nach Baer.

Der kleine Wickler ist über Mittel- und Nordeuropa verbreitet. Seine Fraßpflanze ist die Fichte (besonders niedere Hecken).

Die Bionomie von *nanana* ist besonders durch Borries (1895), W. Baer (1906) und Trägårdh (1915) aufgeklärt worden. Wir folgen hier in der Hauptsache der sehr gründlichen Darstellung Baers, wonach die Bioformel sich etwa folgendermaßen gestaltet:

$$\frac{67 - 8,4}{56 + 67}$$

Flugzeit Ende Mai bis Juli (in Dänemark nach Borries Ende Juni und Juli), das stärkste Schwärmen von Mitte Juni bis Mitte Juli. Baer beobachtet um diese Zeit „unzählbare Massen der winzigen Falter zu Beginn der Abenddämmerung um eine Hecke schwärmen“.

Die Eiablage findet vermutlich ähnlich der von *tedella* statt, d. h. einzeln an Nadeln. Die Raupen kommen noch im Herbst aus und machen einen ganz charakteristischen Herbstfraß[1]): Einzelne Nadeln werden

[1]) Trägårdh (1915) nimmt an, daß *nanana* auch im Eistadium überwintert.

durch ein kleines Loch fast völlig ausgehöhlt und zeigen infolgedessen ein bleiches und wenig gebräuntes Aussehen. Es scheint, daß der gesamte Herbstfraß einer Raupe sich auf eine einzige Nadel beschränkt.

Die Überwinterung der Raupen geschieht in feinen, länglichen, weißen Gespinsten am Grunde von unverletzten Nadeln (Baer, Borries) oder auch in der ausgehöhlten Nadel selbst, den Kopf basalwärts gerichtet (Pomerantzew). Beim Frühjahrsfraß werden 5, seltener 6—8 Nadeln zusammengesponnen (zu „Nestern") wie bei *tedella*. Die einzelnen Nadeln zeigen wie bei letzterer fast ausnahmslos nur ein einziges mit Gespinst ausgekleidetes Loch nahe der Basis, vor dem sich das zierliche Kothäufchen befindet. Meist wird die besser besonnte Oberseite bevorzugt.

Die Verpuppung findet gewöhnlich an der Fraßstelle an den Zweigen statt. Die Puppen befinden sich in feinen, weißen, ziemlich dichten, länglichen Gespinsten, die, öfter mit Kotkrümchen oder feinen Rindenteilchen verklebt, zwischen einigen Nadeln meist an deren Grund angebracht sind, öfter auch in Astwinkeln und mit einer gewissen Vorliebe in den Höhlungen älterer Chermesgallen. „Aus einer einzigen der letzteren schoben sich in einem Falle nicht weniger als 7 Puppen hervor, so daß dieselbe mit den leeren Hülsen gleichsam gespickt ein zierliches Präparat lieferte" (Baer). — Ob die Verpuppung auch, wie Ratzeburg vermutete, im Boden stattfindet, bleibt dahingestellt (man findet bisweilen um die Verpuppungszeit die Fraßstelle verlassen und auch nicht selten die Räupchen an Spinnfäden sich herablassend). Baer und Schütze fanden bisweilen *nanana*-Puppen in zu kleinen Klumpen versponnenen jungen Nadeln an eben sich entwickelnden Fichtenmaitrieben, weitab von der Fraßstelle.

Die Dauer der Puppenruhe beträgt ca. 14 Tage. Die Puppe schiebt sich mit Hilfe der dorsalen Dornenkränze vor dem Schlüpfen aus dem Gespinst hervor.

Wenn *nanana* auch im allgemeinen mehr vereinzelt auftritt, so gelangt sie doch hier und da zur Massenvermehrung und zu schädlichem Fraß. Baer (1906) berichtet von einem solchen aus dem Jahre 1904 an einer ca. 1000 m langen 15 jährigen Fichtenhecke bei Regensburg. Ende Mai hatten „große Teile der Hecke ein nahezu braunes Gewand angelegt, da auch der frische Maitrieb abgewelkt war, und schienen dem gänzlichen Vertrocknen nahe zu sein, zumal von den obersten Zweigen die Nadeln abfielen und diese nun wie dürre Reiser emporstarrten". Als Folge des Fraßes starben außer dem Maitrieb samt den zukünftigen Winterknospen namentlich im oberen Teil der Hecke auch noch die Triebe der letzten 2—3 Jahrgänge vielfach bald ab, und eine größere Zahl von Stämmchen hatte schließlich überhaupt nur noch in der unteren Hälfte oder im unteren Teil lebende Zweige sich erhalten. „Wo der Maitrieb noch zur Ausbildung gelangte, geschah es vielfach nur in der kümmerlichsten Weise." Der Fraß wiederholte sich 1905 und erst 1906 ließ er etwas nach. Die am stärksten heimgesuchten Pflanzen starrten schon nach der 2. Fraßperiode wie dürre Besen in die Luft, offenbar dem Eingehen nahe.

In Gesellschaft von *nanana* fraßen noch zwei andere Nadelminierer, nämlich *Eustaintonia pinicolella* Dup. (s. S. 198) und *Gelechia electella* Zll. (s. S. 207), jedoch traten diese zahlenmäßig stark gegen *nanana* zurück. Biologisch stimmten die drei Arten ziemlich miteinander überein, doch

lassen sich ihre Raupen und Puppen gut voneinander unterscheiden (s. oben S. 199 und S. 207). Bezüglich der Differentialdiagnose gegenüber dem Fraß der übrigen Nadelminierer wie *Epiblema tedella* Cl. und *Asthenia pygmaeana* Hb. siehe unten S. 334 und S. 338.

Nach Trägårdh trat *nanana* (im Jahre 1913) auch in Schweden und Norwegen recht schädlich auf. Viele Fichten wurden gänzlich entnadelt, doch bildeten sich die Triebe trotzdem normal aus.

Als natürliche Feinde nennt Baer verschiedene Vögel, wie Amsel, Buchfink, Sperling, Tannenmeisen und Goldhähnchen. Bei ähnlichem Vorkommen wie dem obigen (an Hecken) würde man durch Bespritzen mit einem Arsenmittel gewiß gute Erfolge erzielen.

Semasia diniana Gu.

Taf. III, Fig. 15 (♂).

Syn. *pinicolana* Zll.

Grauer Lärchenwickler.

Ratzeburg: *Tortrix pinicolana* Zll. — Altum: *Grapholitha pinicolana* Zll. — Nitsche: *Tortrix (Steganoptycha) pinicolana* Zll. — Nüßlin-Rhumbler: *Grapholitha (Steganoptycha) diniana* Gu. — Wolff-Krauße: *Epinotia diniana* Gu.

Falter: Vorderflügel langgestreckt, glänzend hellgrau, braun gegittert. Der in der Flügelmitte in spitzem Winkel vortretende Rand des Wurzelfeldes, eine



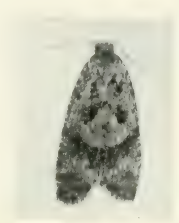


Abb. 265. *Semasia diniana* Gu. (Grauer Lärchenwickler). 2×. Rechts in Ruhestellung.

schräge Binde aus der Mitte des Vorderrandes und ein unbestimmter Fleck vor der Spitze dunkelbraun. Fransen grau mit 2 unbestimmten Augenpunkten. Färbung übrigens sehr veränderlich, bisweilen stark weiß gemischt, bisweilen ziemlich gleichmäßig grau bestäubt, auch die Zeichnung variiert. Hinterflügel ziemlich breit und etwas zugespitzt, bräunlich grau mit hellgrauen Fransen, die eine dunklere Teilungslinie haben. Spannweite 18—20 mm, Länge 9—10 mm.

Raupe mit schwarzem Kopf und Nackenschild, Leib in der Jugend schwärzlich, je jünger, desto dunkler, ausgewachsen in das Grüne spielend, mit schwarzgrünen Streifen auf dem Rücken und den beiden Seiten. Über und unter den letzteren zwei hellere Streifen von derselben grünlichen Färbung wie der Bauch. Auf jedem der Hinterleibsringe oben vier runde, rauhe, punktierte und verhältnismäßig ziemlich große, je ein Haar tragende Wärzchen, von denen die beiden vorderen näher aneinanderstehen als die beiden hinteren. Ober- und unterhalb der Luftlöcher jederseits ein weiteres solches Wärzchen, auf dem 11. Ring oben nur drei im Dreieck gestellte Wärzchen, von denen das hinterste das größte ist. Afterklappe mit 4 oder 5 kurzen, schwarzen Haaren. Länge 10—12 mm.

Dieser Beschreibung Nitsches (die größtenteils Herrich-Schäffer entnommen ist) ist noch hinzuzufügen, daß die Färbung der Raupe recht variabel

zu sein scheint. Die von uns (Escherich, 1909) beobachteten erwachsenen Raupen waren einfarbig schwärzlich grün. Nach Schernthaner (1892) wechseln die Raupen 8—10 Tage vor ihrer Verpuppung sehr häufig die Farbe zwischen „schwarz, schwarzgrün, schwarzgraugrün, schmutzig grün und bräunlich grün."

Puppe braun, auf dem Rücken der Hinterleibsringe mit Querreihen kleiner, rückwärts gerichteter Stacheln zum Hervorschieben aus dem Gespinst. Länge 8 mm.

Die ovalen Eier besitzen nach Nägeli eine Länge von 0,6—0,7 mm. Sie sind leicht abgeplattet, so daß der Querschnitt ebenfalls ovale Gestalt aufweist, mit einem größten Durchmesser von ca. 0,5 und einem kleinsten von ca. 0,4 mm. Durch die Aneinanderlagerung mehrerer Eier oder durch Quetschung seitens des Flechtenthallus kann jedoch diese normale Form, ohne Schädigung des Ei-Inhaltes, oft bedeutend verändert werden. Die Oberfläche erscheint unter der Lupe fein gekörnt, was von einer Fältelung derselben herrührt. Eine Besonderheit der Struktur um die Mikropyle ist nicht zu bemerken. Die Farbe des frisch abgelegten Eies ist ein blasses, leicht ins Grünliche spielende Gelb (nach Thomann orangegelb).

Die geographische Verbreitung des grauen Lärchenwicklers erstreckt sich über ganz Nordeuropa, Norddeutschland, Skandinavien bis Nordrußland und von hier ostwärts bis weit nach Sibirien, ferner über die gesamten Alpen, auch aus England und Nordamerika ist die Art gemeldet. Frey bezeichnet *diniana* Gu. als eine nordische, Thomann als eine nordisch-sibirische Art. Zu mehr oder weniger periodischen Massenvermehrungen gelangt sie vor allem in den Schweizer, italienischen und französischen Alpen, doch auch in deutschen Mittelgebirgen ist sie in neuerer Zeit recht schädlich aufgetreten.

Der graue Lärchenwickler ist ziemlich polyphag. Wenn er auch in den Alpenländern vornehmlich die Lärche befällt, so findet man seine Larve hier nicht selten auch auf der Arve und Kiefer und auch auf Fichte, und zwar auch primär. Im Norden seines Verbreitungsgebietes findet man die Raupe auch da, wo Lärchen vorhanden sind, hauptsächlich auf Kiefer, in Mitteldeutschland vornehmlich auf Fichte (und sogar auf Laubholz nach brieflicher Mitteilung von Prell). Mittelberger nennt als Fraßpflanze in Salzburg Lärche, Weißtanne, Fichte, Arve und Legföhre.

Bionomie.

Die Bionomie des nicht selten bestandsverderbend auftretenden Wicklers ist schon von verschiedenen Seiten studiert worden, vor allem von Coaz und Schernthaner, sodann von Escherich, Fuchs, Nägeli, Thomann u. a.[1]).

Die Entwicklung vollzieht sich nach der Bioformel:

$$\frac{8{,}6 - 67}{78 - 7^{p}\,9^{a}}$$

Die Flugzeit des Lärchenwicklers fällt in die Monate Juli bis September, je nach der geographischen Lage und dem herrschenden Klima. Nach brieflicher Mitteilung von Forstmeister Koch schwärmte er im Erzgebirge von Mitte August bis Mitte September, und zwar am Tage, „teilweise in dichten Wolken, wie Schneeflockengestöber". Nach Nägeli war

[1]) Während der Korrektur ist über die in den letzten Jahren aufgetretene *diniana*-Kalamität in den böhmischen und sächsischen Fichtenwäldern eine größere Arbeit von Prell (1930) erschienen; doch enthält dieselbe gegenüber der hier gegebenen Schilderung nur wenig grundsätzlich Neues (s. die verschiedenen Fußnoten).

im Engadin das Schwärmen namentlich in den Mittagstunden sehr intensiv, besonders um die von der Sonne beschienenen Gipfel alter Lärchen. Im Unterstand waren die Fichten und namentlich die Arven ebenso stark umflogen wie die Lärchen. Beim Anschlagen kleinerer Stämmchen wurden meist eine Menge ruhender Falter aufgescheucht, wobei in der Regel die schwereren Weibchen nach kurzer Zeit in schiefer Richtung zur Erde flatterten, während sich die leichteren Männchen in die Luft erhoben. Auf dem Boden erwiesen sich die Tierchen als sehr behende im Entschlüpfen, indem sie sich durch Grashalme, Moos und Streu hindurch in tiefere Schichten der Bodendecke hinabwanden. Ein großer Teil der Schmetterlinge hatte (anfangs September) bereits ein stark abgeflogenes Aussehen, was nicht weiter verwunderlich war, da dem sonnigen Septemberbeginn einige Tage mit heftigen Regengüssen vorangingen.

Im Gegensatz hierzu berichtet Thomann (ebenfalls aus dem Engadin): „Die Falter ruhen tagsüber im Geäst der Bäume, mit Vorliebe an den belaubten Zweigen — selten an den Stämmen. Ihr rindenfarbenes Kleid macht sie fast unsichtbar. Doch werden sie schon durch leichte Erschütterung der Äste aus ihren Verstecken aufgescheucht und fliegen dann auf benachbarte Bäume oder suchen alsbald wieder auf denselben Baum zu gelangen. Starken Luftströmungen setzen die aufgescheuchten Falter nur geringen Widerstand entgegen. Manche fallen rasch auf den Boden, andere lassen sich dagegen vom Wind oft auf weite Strecken abtreiben."

„Wie die Mehrzahl der Wickler gehört auch der Lärchenwickler zu den Dämmerungstieren; bei ihm hebt erst mit sinkender Sonne (zwischen 5 und 7 Uhr abends) ein lebhaftes Schwärmen der Männchen um die Baumkronen an, es wird der Hochzeitsreigen aufgeführt. Das wichtige Geschäft der Eiablage durch die Weibchen dürfte hauptsächlich während der Nacht besorgt werden"[1]).

Über die Eiablage war man lange im unklaren; es fanden sich zwar verschiedentliche Angaben, wonach die Eiablage im Herbst an Kurztrieben oder in den Nadelwinkeln usw. stattfinden soll, doch handelte es sich hierbei nur um Vermutungen, da die Eiablage in der freien Natur nicht beobachtet werden konnte[2]). Wohl hat Baer (s. Escherich, 1909) anfangs September im Zuchtkasten „drei ziemlich große gelbliche Eier" am Grunde eines Kurztriebes gefunden, die nur von dem darin befindlichen Weibchen stammen konnten, doch ließ diese Beobachtung keinen zwingenden Schluß für die Verhältnisse im Freien zu, um so weniger, als die anderen Weibchen, die gleichzeitig in Zwingern gehalten wurden, keine Eier legten, sondern abstarben. Auch gelang es mir nicht, in einem stark befallenen Gebiet (Iffigenalp, Simmenthal) trotz eingehendster Lupenuntersuchung von Hunderten von Lärchenzweigen kurz nach Beendigung der Flugzeit auch nur ein Ei zu finden, ebenso wenig an Zweigen, die uns anfangs des Winters aus der gleichen Gegend zugesandt wurden. Alle diese Umstände führten uns zu der

[1]) Ganz ähnliches berichtet Prell. Nach ihm beginnen die Falter „freiwillig erst nach Beginn der Dämmerung zu schwärmen, um zur Kopulation und Eiablage zu schreiten; wegen ihrer großen Zahl können sie dann in dichten Scharen insbesondere die Wipfel der Bäume umfliegen und sich an starken Lichtquellen geradezu in Wolken ansammeln".

[2]) Davall gibt an, daß die Eier im Monat August innerhalb der Nadelbüschel abgelegt werden, doch erschien dies, worauf schon Ratzeburg (W. II. 62) hingewiesen, von vornherein wenig wahrscheinlich, da ja die Nadeln abfallen.

Vermutung, daß die Eiablage normalerweise erst im nächsten Frühjahr, nach Überwinterung der Falter, stattfinden könnte. Diese Anschauung erwies sich indessen als Irrtum: Standfuß fand im September 1911 im Engadin zahlreiche kopulierende Pärchen, meist im Gras unter stark befressenen Lärchen. In Gazebeutel gesetzt, die über die Zweigenden älterer Lärchen gezogen wurden, legten die Weibchen bald ihre Eier ab: mit Hilfe ihrer Legeröhre schoben sie die Eier unter Rindenschuppen und in Rindenrisse, und zwar in kleinen Gruppen von je 5 bis etwa 15 Stück. Auch zwischen den Schuppen der miteingebundenen Lärchenzapfen fanden sich solche Eihäufchen eingeschoben. Die anatomische Untersuchung einiger frisch gepaarter Weibchen ergab eine Eizahl von 150—300 Stück in beiden Ovarien (s. Coaz, 1917).

Die Standfußsche Beobachtung fand neuerdings eine Bestätigung durch zwei Autoren: Nägeli (1929) und Thomann (1929), die, unabhängig voneinander, zu den gleichen Resultaten gekommen sind. Nägeli gelang es am 20. September, Augenzeuge der Eiablage zu sein: „An einer ca. 10 m



Abb. 266. Eigelege des Lärchenwicklers (*Semasia diniana* Gu.). a frei, b auf der natürlichen Unterlage, d. h. einer umgelegten Flechtenschuppe. Vergr. Nach Thomann.

hohen Lärche," berichtet dieser, „setzte sich ein Lärchenwicklerweibchen auf einen in Augenhöhe befindlichen Zweig[1]). Derselbe zeigte einen leichten olivgrünen Flechtenbesatz, insbesondere waren die Kurztriebe an dieser Stelle von einem solchen wie von einem Futteral umhüllt. Nachdem das Weibchen etwa 2 Minuten geruht hatte, begann es auf dem Zweig herumzukriechen, wobei es mit dem lang vorgestreckten Ovipositor tastende Bewegungen ausführte. An zwei Stellen, die ich mir während des Vorganges genau merkte, nämlich an der Seite eines Kurztriebes und auf der Oberseite des Zweiges, zwischen zwei Kurztrieben, verharrte der Falter besonders lange, d. h. je ungefähr 10 Minuten. Kurz nachher flog er davon. Der ganze Vorgang spielte sich zwischen 16 und 17 Uhr ab und dauerte vom An- bis zum

[1]) Im allgemeinen wählen die schwärmenden Lärchenwicklerfalter als Ruhepunkte nicht den Stamm oder die Zweige, sondern lassen sich bei den Arven in der Längsrichtung auf eine einzelne Nadel nieder, bei der Lärche in beliebiger Stellung auf ein Nadelbüschel.

Abflug etwa 40 Minuten. Bei näherer Untersuchung des Zweiges zeigte sich äußerlich gar nichts Auffallendes. Nach sorgfältigem Aufheben der Flechtendecke jedoch kamen auf dem Kurztriebe vier, an der anderen Stelle drei gelbliche kleine Eier zum Vorschein" (Abb. 266b).

„Von diesem Moment an war es durchaus nicht mehr schwer, solche Eier zu sammeln, und zwar in allen Teilen der Krone an alten sowohl als auch an jungen Lärchen. Wie an einer im März 1929 von Herrn Oberförster Guidon erhaltenen Sendung von Lärchen- und Arvenzweigen aus den Beständen von Chuoz festgestellt werden konnte, blieb auch die letztere Holzart durchaus nicht von der Eiablage verschont. Sie schien im vergangenen Sommer sogar stärker belegt zu sein als die Lärche. So fanden sich an einem einzigen, ca. 7 mm starken Arvenästchen auf einer Länge von 11 cm 39 Eier in kleineren Gruppen.

„Bevorzugt zur Eiablage werden bleistift- bis fingerdicke Zweige und Äste, und zwar meistens nur deren äußeres Ende. Wenn sich auch die meisten Eier, wie ja längst vermutet wurde, bei der Lärche an der Basis der Kurztriebe befinden, so sind doch auch Fälle, in denen die Ablage zwischen den-

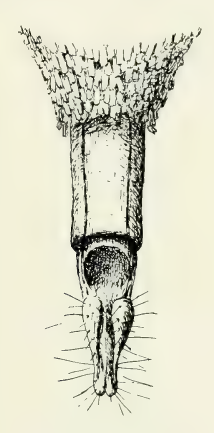


Abb. 267. Legeröhre von *Semasia diniana* Gu. Nach Nägeli.



Abb. 268. Lärchenzweig mit Fraß von *Semasia diniana* Gn. In der unteren Hälfte des Triebes mehrere „Trichter" sichtbar. Nach Coaz.

selben auf den Langtrieb erfolgt, durchaus nicht selten. Bei der Arve ist die Ablage auf dem Langtrieb vollends von den Kurztrieben unabhängig. Von ausschlaggebender Bedeutung ist bei beiden Holzarten lediglich das Vorhandensein von Flechten. Nirgends konnten frei an der Trieboberfläche Eier beobachtet werden"[1]).

Der Ovipositor des Lärchenwicklerweibchens eignet sich für diese versteckte Ablage der Eier außerordentlich gut, da er bis etwa 2 mm über das Hinterleibsende hinaus vorgestreckt und sehr weit herumgebogen werden kann (Abb. 267).

In der Regel werden die Eier in Haufen von 3—6 Stück abgelegt. Hier und da kommt auch Einzelablage vor, und das Maximum der Eizahl in der Natur beobachteter Gelege betrug 14 Stück auf der Lärche und 11 Stück auf der Arve.

Diese Beobachtungen Nägelis finden eine vollkommene Bestätigung durch Thomann (1929), nur fand dieser häufig die Eier einzeln abgelegt oder in Gelegen von 5—10 Stück.

Nach der Eiablage sterben die Weibchen ab, so daß also kein Falter den Winter überdauert; die Lebensdauer beträgt durchschnittlich 3 Wochen.

Über das Raupenleben und den Fraß an Lärchen hat Schernthaner (1892) eingehende Beobachtungen gemacht, die wir der folgenden Schilderung zu Grunde legen. „Bis zur ersten Häutung lebt das junge Räupchen in einem Gespinstsäckchen in der Mitte des Nadelbüschels eines eben aufbrechenden Kurztriebes, dessen „fleischiges Herz und Mark" es ausfrißt. Im Säckchen macht es seine Häutung durch. Erst nach der zweiten Häutung, die es in einem ähnlichen Säckchen durchmacht, sucht das Räupchen ein neues Nadelbüschel auf, verspinnt die inneren Nadeln desselben zu einer Art „Trichter" (Abb. 268) und beginnt nun außer dem Parenchym des Vegetationskegels die versponnenen Nadeln von ihrer Innenfläche zu benagen, so daß nur die Epidermis der Außenfläche erhalten bleibt. Hier macht es seine dritte Häutung durch, frißt nun das obere Drittel des Trichters ab, wandert zu einem neuen Kurztrieb, spinnt in dessen Innern die Nadeln zu einem neuen größeren Trichter zusammen und benagt sie wieder von der Fläche. Erst nach der vierten Häutung benagt die Raupe die Nadeln des neu bezogenen Kurztriebes von der einen Seite her, so daß nur der entgegengesetzte Nadelrand als feiner Faden stehen bleibt, an dem die öfters unbefressenen Endteile der Nadeln hängen. Einen solchen Fraß scheint die (hier wiedergegebene) Abbildung, welche Coaz gibt (1894), darzustellen. Nun verläßt die Raupe ihren Trichter und macht am Zweige selbst ein röhrenartiges Gespinst, in das sie abgebissene Nadeln hineinzieht und verzehrt.

[1]) Während der sächsischen Kalamität konnte auch die Eiablage an Fichte beobachtet werden. Die ♀♀ legten in den von W. Baer durchgeführten Zuchten die Eier „bald einzeln oder in kleinen Gruppen von 2—4 Stück, bald in größeren, verklebten Häufchen von bis zu 10 Stück oder wenig darüber unter alten Knospenschuppen ab, wo sie nur ganz locker befestigt waren". „Bevorzugt wurden dabei die Knospenschuppen des vorjährigen Maitriebes, also der zweite Schuppenkranz unterhalb der Knospe am Triebende." „Auch an Freilandzweigen konnte die Eiablage an den gleichen Stellen in beliebigem Umfange immer wieder bestätigt werden." Daß die Eiablage an Flechtenbesatz gebunden sei, konnte in Sachsen nicht nachgewiesen werden; „da mit Flechten besetzte dünnere Fichtenzweige in dem Befallsgebiet nicht leicht erhältlich waren, können sie sicher keine nennenswerte Rolle als bevorzugte Eiablageplätze spielen" (Prell, 1930).

Während der Fraß bis zur dritten Häutung den Nadeln nur ein weißliches Aussehen gibt, röten sich nach dem geschilderten stärkeren Fraße der erwachsenen Raupe die Kronen. Sind viele Raupen vorhanden, so machen sie gar keine Röhre, sondern fressen direkt die Nadeln, gewöhnlich einen feinen Randfaden übrig lassend. Die in den Gespinsten sich häufenden Kotmassen, der herabfallende Kot und die Nadelreste sowie die Gespinstfäden der sich



Abb. 269. Abb. 270.

Abb. 269. Arvengipfeltrieb, durch Raupen des Lärchenwicklers vollständig zerstört. Nach Thomann.

Abb. 270. Ein durch *S. diniana* Gu. kahlgefressener Lärchenzweig. Die Kurztriebe *(b)* sind kahlgefressen, die eingetrockneten (roten) Nadelreste am Zweig festgesponnen *(a)*. Nach Thomann.

häufig abspinnenden Raupen, welche die Wipfel oft wie mit einem Schleier umkleiden, und zwar sowohl an älteren wie an ganz jungen Pflanzen (Coaz), geben den Beständen ein höchst widerliches Ansehen (Abb. 270). Der Fraß beginnt meist an den unteren Ästen und schreitet von da nach oben fort."

Der Fraß an anderen Nadelhölzern vollzieht sich in wesentlich anderer Form.

Auf den Arven bewohnen nach Thomann die Raupen ausschließlich die Knospenquirle, meist in einer Anzahl und sehr verborgen im Innern derselben, indem sie die einzelnen Knospen fest zusammenspinnen. Die vorjährigen Nadeln bleiben unberührt. So bleibt der Arve trotz starken Befalls das grüne Nadelkleid erhalten und der Fraß wird weniger augenfällig, doch ist der forstliche Schaden gleichwohl bedeutend. Die Raupen verzehren das saftige Parenchymgewebe, und die befallenen Knospenquirle trocknen später am Baume ein, beredte Zeugen der verursachten Verwüstung (Abb. 269).

An Fichten werden, wie mir Herr Forstmeister Koch (Neudorf i. Erzgeb.) mitteilte und wie aus den zahlreichen von ihm eingesandten Fraß-



Abb. 271. Endteil eines Fichtentriebes mit von *Semasia diniana* Gu. kahlgefressenen Maitrieben.

stücken zu ersehen ist, in erster Linie die Nadeln der jungen Triebe vollkommen gefressen; die stehen- oder hängenbleibenden Nadelreste bekommen ein rotbraunes Aussehen, so daß das Fraßbild sehr an das von *Nematus abietum* Htg. (der Fichtenblattwespe) erinnert (Abb. 271, 272, 273). Vielfach treten auch Krümmungen der befallenen Triebe ein. Außerdem werden an Fichte auch die jungen Zapfen befressen, und zwar vor allem äußerlich, so daß die Oberfläche ein stark angenagtes Aussehen erhält mit Fraßgängen usw. (Abb. 273 und 274A), doch dringt die Raupe auch in den Zapfen ein, um dort ihren Fraß fortzusetzen (Abb. 274B).

Die Verpuppung findet „ausnahmsweise am Fraßort statt, seltener auf Lärchen, häufiger auf der Arve. Die große Mehrzahl läßt sich an einem Seidenfaden zur Erde nieder, ein Teil mag auch dem Stamm nach hinunter-

kriechen. Die Verpuppung findet mit Vorliebe in der Nadeldecke am Fuße der Lärchen statt. Bevorzugte Örtlichkeiten sind insbesondere die am Grunde der Stämme zwischen die Rindenspalten eingeklemmten trockenen Nadelbüschel, wo die Puppenlager oft in Mehrzahl eng nebeneinander zu finden sind. Die Raupe verfertigt sich einen ziemlich dichten, wenn auch nicht sehr festen, an der Außenseite mit Nadeln belegten Seidenkokon, in welchem sie sich nach wenig Tagen in die rotbraune Puppe verwandelt“ (Thomann).



Abb. 272. Fichtenzweig mit von *Semasia diniana* Gu. kahlgefressenen Maitrieben und benagten jungen Zapfen.

Die Fraßzeit der einzelnen Raupe dauert ca. 3—4 Wochen, das Puppenstadium nicht ganz 3 Wochen. Die Gesamtfraßzeit der Raupenmassen dauerte in Windisch-Matrei, wo Schernthaner seine Beobachtungen machte, von Mitte Mai bis Mitte Juli, die Puppenruhe von Mitte Juli bis Mitte August, der Flug von Mitte August bis Mitte Oktober. Je nach Klima und Witterung können diese Zeiten mehr oder weniger verschoben, verlängert oder verkürzt werden.

Epidemiologie, forstliche Bedeutung, Bekämpfung.

Wir müssen hier unterscheiden zwischen dem Vorkommen in den Alpenländern an Lärchen und dem Vorkommen im übrigen Verbreitungsgebiet an anderen Koniferen.

Bisher am eingehendsten untersucht ist der Lärchenbefall in den Alpen, da der Wickler hier seit langem bestandsverderbend auftritt und so in der Fraßwirkung den schädlichen Großschmetterlingen an die Seite gestellt werden kann.

Besonders disponiert sind im allgemeinen lichte, ältere Lärchenbestände mit flachgründigem, magerem Boden in sonniger, warmer, trockener Lage, und zwar vornehmlich die reinen Bestände, wenn auch mit anderen Holzarten gemischte Bestände keineswegs verschont bleiben. Daher ist der Befall an den Sonnenseiten



Abb. 273. Fichtenzweig mit von *S. diniana* Gu. benagten jungen Zapfen und zerstörten Maitrieben.

der Täler meist viel stärker als an den Schattenseiten[1]). Bei starker Massenvermehrung bzw. bei längerer Dauer gleichen sich diese Unterschiede meist etwas aus. Es fehlt übrigens auch nicht an Meldungen, daß die Nordseite schlimmer befallen war als die Südseite.

Bei starkem Massenvorkommen gehen die Raupen auch auf untergepflanzte junge Fichten und Arven, deren Höhen- und obere Seitentriebe nicht selten unter starker Gespinstbildung kahlgefressen werden; auch benachbarte ältere Fichten und Arven werden in solchen Fällen angegangen (Davall)[2]).





A B

Abb. 274. A stark von *S. diniana* Gu. befressener Zapfen mit Einbohrloch, B derselbe durchschnitten mit Raupe.

Bezüglich der bevorzugten Höhenlage lauten die meisten Berichte dahin, daß vornehmlich ein bestimmter Gürtel, der in den einen Gegenden etwa zwischen 1600 und 1800 m, in anderen zwischen 1900 und 2000 oder 2200 m gelegen ist, befallen wird, während die darüber und die darunter liegenden Waldstreifen mehr oder weniger verschont bleiben (siehe Coaz,

---

[1]) Abweichend hiervon waren im Jahre 1913 im Tessin, im Valle di Malvaglia, 15—25 jährige Bestände in westlicher Lage und etwa 1700 m ü. M. gebräunt, und in der „Riviera" sämtliche reinen und gemischten Lärchenwaldungen jeglicher Lage nach den Himmelsrichtungen bis zu einer Höhe von ca. 1800 m ü. M. befallen (nur die obersten und untersten Waldungen blieben verschont).

[2]) Nach Badoux (1922) wurden übrigens in der Schweiz auch unabhängig von Massenvermehrungen, also primär, sowohl die Arve, als auch die Legeföhre *(Pinus pumilio)* angegangen, wobei sogar benachbarte Lärchen verschont blieben.

1917, Enderlin, 1913, Badoux, 1922). Doch kommen auch hierin Ausnahmen davon und Unregelmäßigkeiten vor, insofern, als nicht selten auch die ganzen Hänge von oben bis unten befallen werden.

Ausgelöst scheinen die Gradationen durch klimatische Einflüsse zu werden, worauf schon Ratzeburg (W. II. 64) hingewiesen hat[1]. Thomann nimmt, zweifellos mit Recht, an, daß hauptsächlich die Witterung des Frühjahrs ausschlaggebend für die Entwicklung von *diniana* ist. Wenn im Frühjahr die Schneeschmelze über Gebühr früh eintritt und unter dem Einfluß von Sonne, Föhn und milden Nächten das Leben im Ei zur Unzeit erwacht, so kann durch nachfolgende schwere Temperaturstürze, wie sie im Gebirge nicht selten vorkommen und die länger anhaltenden Frost im Gefolge haben, die Brut sicherlich schwere Einbußen erleiden. Die Mortalität würde danach vor allem durch spät einsetzende Schneeschmelze mit nachfolgender, gleichmäßig ansteigender Temperatur verringert und dadurch würde ein Anstoß zur Gradation gegeben sein. Natürlich werden auch noch später günstige Momente hinzutreten müssen, wie trockene, warme Witterung während der Entwicklungs- und Flugzeit.

„Die Vielgestaltigkeit der Topographie des Gebirges bringt es mit sich, daß bei einer Wetterkatastrophe die Tiere in ein und derselben Talschaft, je nach Lokalität, ungleich betroffen werden können. In einem Jahr kann es die Sonnenseite sein, auf welcher die Insekten intensiver zu leiden haben, in einem anderen die Schattenlage. In ganz besonders windgeschützten und sonnigen Orten vermag das Ungeziefer möglicherweise bis zum Eintritt manchen Wetterumschlages auch bereits so weit erstarkt sein, daß es die Schlechtwetterperiode ohne Schaden überdauert.

„Im Oberengadin, wo die Talsohle schon relativ nahe der oberen Waldgrenze liegt, finden sich daher fast immer einzelne inselartig verteilte Örtlichkeiten auf annähernd gleicher Höhenlage, die sich in Perioden zunehmender Frequenz des Lärchenwicklers durch besonders rasches Überhandnehmen desselben in unangenehmer Weise bemerkbar machen. Im Unterengadin, wo zufolge des tiefer liegenden Talgrundes der Waldgürtel eine ungleich größere vertikale Ausdehnung besitzt, ist das Bild oft ein anderes.

„In den tieferen Lagen ist nicht selten vom Wickler überhaupt wenig zu spüren. Hoch oben an den Hängen und in den schluchtenartigen Seitentälern, wo der Winter nur langsam dem Frühling weicht, kann man dagegen häufig im Sommer starken Wicklerfraß feststellen. Nicht selten treten auch nur Streifen stärkeren Befalles an den Hängen auf, oberhalb und unterhalb intakte Bestände! Auch diese an sich recht befremdliche Erscheinung dürfte wenigstens teilweise mit den unberechenbaren Launen des alpinen Klimas im Zusammenhang stehen."

Daß die Verbreitung der *diniana* auch durch Wind und aktive Wanderung geschehen kann, geht aus verschiedenen Beobachtungen hervor. So schreibt Fuchs (1913) das Abwärtsschreiten der Massenvermehrung vom Oberengadin ins Unterengadin dem sog. Engadiner Wind zu, und Thomann (1929) läßt sich über die Art der Verbreitung folgendermaßen aus: „Standfuß hat angenommen, daß der Geruch der an den Bäumen

[1]) Die in der Schweizer Literatur mehrfach geäußerte Anschauung, daß die Massenvermehrung der *diniana* eine Folge der Verminderung kleiner Vögel durch den Massenmord in Oberitalien sei, hat Ratzeburg (ebenda) gebührend zurückgewiesen. Siehe auch oben S. 54.

hängenden dürren Nadeln (und Kotmassen) die Weibchen des Lärchenwicklers veranlasse, zur Eiablage weniger frequentierte Gebiete aufzusuchen. Thomann vermutet, daß auch die Unmasse von gleichzeitig anwesenden Faltern dazu treiben werde. So schreitet die Verheerung im Oberengadin öfters, in den unteren Lagen beginnend, im Verlauf von 2—3 Jahren bis an die obere Waldgrenze fort. In diesem Stadium ist nun der Waldgürtel so ziemlich in seiner ganzen vertikalen Ausdehnung — mehr oder weniger — infiziert, wie wir das im vergangenen Sommer genugsam Gelegenheit hatten zu konstatieren.

„Wir können uns nun leicht vorstellen, daß jetzt ein Teil der Weibchen in der Sorge um ihre Nachkommenschaft auch über den an der oberen Grenze in kleinere Gruppen und einzelstehende Bäume sich auflösenden Lärchenwald hinausfliegen und so die Fahrt ins Ungewisse antreten. Ein eigentlicher Dauerflieger ist der Lärchenwickler auf keinen Fall, auch kein besonders rascher Flieger. Vermag er den nächsten Bergrücken zu überwältigen, und finden sich auf dessen Rückseite noch unversehrte Lärchenbestände, so ist das Experiment als gelungen zu bezeichnen.

„Wie leicht ist aber der Fall denkbar, daß das Ziel nicht erreicht wird, sei es durch Ermüdung oder durch kältere Luftschichten in größerer Höhe oder durch widrige Windströmungen, die die Flieger in die Fels- und Eiswüsten verschlagen!“ Standfuß, Fuchs, v. Etzel und Escherich haben auf Gletscherwanderungen öfters Lärchenwickler in großer Zahl im Eis eingefroren aufgefunden.

Die Dauer der Gradationen beträgt gewöhnlich nicht mehr als drei Jahre, im Engadin erstreckten sich die Fraßperioden über folgende Jahre: 1855—57, 1863—65, 1878—80, 1886—88, 1911—13, 1919—21 und 1926—28. Die fraßfreie Zwischenperiode zwischen den letzten Gradationen betrug also nur einmal (1888—1911) längere Zeit, nämlich 23 Jahre, während die früheren und späteren Massenvermehrungen durch weit kürzere Intervalle, nämlich acht, dreizehn und meist sechs Jahre voneinander getrennt waren. Auch Marchand (1869) betont, daß in den Basses-Alpes der Lärchenwickler nie länger als drei Jahre in Massenvermehrung beobachtet wurde und daß zwischen zwei Fraßperioden meist ein Zeitraum von 9 bis 10 Jahren lag.

Ein sehr plastisches Bild über den Verlauf einer Fraßperiode bietet folgende Darstellung, die Coaz (1917) nach Berichten vom Forstinspektorat des Kantons Graubünden gibt:

„Der graue Lärchenwickler hat sich im Oberengadin, gleich wie bei seinem früheren massenhaften Erscheinen, zuerst anfangs Juni 1911 in den Lärchenwaldungen der sonnseitigen, warmen Hänge des Silser Sees in einem jungen bis mittelalten Bestande, in einer Ausdehnung von etwa 10 ha bemerkbar gemacht. Der Fraß erreichte um den 21. Juli herum sein Maximum. Der Boden daselbst ist felsig, meist schwachgründig, hier und da steinig und sehr trocken, Grundgebirge kristallinisch. Nachdem die Raupe ihren Fraß vollendet und sich an ihren Fäden vom Baum zum Boden heruntergesponnen hatte, fingen die Lärchen wieder an zu grünen.

„Im folgenden Jahr, 1912, zeigten sich fast sämtliche Lärchenwaldungen des Oberengadins vom Wickler befallen, am stärksten die reinen Lärchenbestände der Sonnenseiten und längs Gewässern in einem Höhenstreifen zwischen 1900 und 2200 m ü. M. Unter und über diesem Streifen verlor sich

der Fraß allmählich. In den mit Fichten nach unten, mit Arven nach oben gemischten Lärchenwaldungen war der Schaden geringer, verbreitete sich aber hier und da aus Mangel an Lärchenwaldungen auch auf Fichten und Arven. Der am Silser See 1911 vom Insekt befallen gewesene Bestand blieb 1912 verschont, wohl deshalb, weil die Benadelung noch kümmerlich war, er erschien als eine grüne Oase mitten in den vom Wickler ringsum gebräunten Lärchenwaldungen.

„Die größte Verbreitung hatte der Fraß 1912 bereits Ende Juni erreicht. Die ersten Puppen wurden unter der trockenen Nadeldecke des Bodens am 11. Juni gefunden und die ersten Falter anfangs August beobachtet, gleichzeitig aber auch noch Raupen verschiedener Entwicklung. Die stärkste Flugzeit des Falters fiel in die ersten Septembertage, doch wurden auch noch Ende November einzelne Exemplare gesehen.

„Im folgenden Jahre, 1913, waren die Lärchen nochmals stark vom Wickler befallen, aber nicht so allgemein verbreitet wie im vorausgegangenen. Beim Grünen der Lärchen fanden sich in den frischen, zarten Nadelbüscheln auch wieder die kleinen Räupchen dieses Insektes, von welchen sich aber ein Teil nur langsam entwickelte und dann abstarb. Auch die übrigen, die eine normale Größe erreichten, hatten ein kränkliches Aussehen, waren matt und reagierten kaum beim Berühren. Die Puppen dieses Jahrganges waren zum Teil leer, zum Teil abgestorben, so daß zur Flugzeit des Falters nur wenige Exemplare beobachtet werden konnten.

„Befallen waren 1913 wieder am stärksten die sonnseitigen Lärchenwaldungen, so ein Bestand ob dem Dorfe Samaden, der bereits 1912 sehr gelitten hatte, ferner die Lärchen am rechtsseitigen Hang des Flazbaches, unterhalb Pontresina, und diejenigen zwischen St. Moritz und Silvaplana.

„Im Frühling 1914 war die Belaubung der Lärchen des Oberengadins wieder normal frischgrün, mit Ausnahme einiger alter Baumgruppen und Einzelstämme an der Julierstraße, oberhalb Silvaplana, die durch ihre schmutzigbraune Färbung an den früheren Fraß des Lärchenwicklers erinnerten. Letzterem erlagen in den Jahren 1911, 1912 und 1913 nur wenige alte und kränkliche Stämme sofort, besonders auf schwachgründigem, trockenem, humusarmem Boden, eine größere Zahl wird aber allmählich noch folgen.“

Mit dem letzten, also dritten Jahr der Fraßperiode bricht die Gradation meist dermaßen plötzlich ab, daß im folgenden Jahr gewöhnlich nur noch ganz selten Falter oder Raupen zu finden sind[1]).

Wodurch diese plötzliche Krisis nach einer bestimmten Dauer verursacht wird, wäre spezieller eingehender Untersuchungen wert.

Mehrfach finden sich in der Literatur Andeutungen über den Ausbruch einer Raupenkrankheit im dritten Fraßjahr, so in der eben angeführten Gradationsgeschichte von 1911—13. Auch im letzten Jahr der Gradation, 1886—88 trat nach Coaz (1894) eine Art Wipfelkrankheit unter den Raupen auf. Daneben wurden auch zahlreiche Parasiten und Pilzkrankheiten beobachtet. Nach Standfuß (bei Coaz, 1917) schlüpften 1911 aus 352 g Nadelstreu aus dem Befallsgebiet 107 Falter und 24 Schlupfwespen, 1912 hatten die Schmarotzer schon so zugenommen, daß etwa 90%

---

[1]) Dieser Gradationsverlauf, vor allem der plötzliche Abfall im dritten Jahr, hat große Ähnlichkeit mit der Kurve der Eulengradation (siehe Seite 53).

der Raupen parasitiert waren und an Pilzkrankheiten starben[1]). Außer Schlupfwespen wurden häufig auch Tachinen beobachtet (Coaz, Enderlin), sodann scheinen auch die Ameisen dem Wickler nachzustellen. Nach Thomann kümmern sich die Ameisen weder um die Eier, noch um die Raupen in den Nadelbüscheln, um so mehr aber fallen sie die Raupen an, wenn sie die schützenden Trichter verlassen, um sich auf dem Boden zur Verpuppung niederzulassen. In diesem Moment schleppen die Ameisen die fetten Bissen in großer Zahl in ihre Bauten. Die Untersuchungen des Bodens in der Nähe der Ameisenhaufen ergaben denn auch nur 2—3 Puppen im Umkreis des Stammes (1 m Radius), während abseits der Ameisenhaufen Dutzende von Puppen gefunden wurden.

Endlich werden in den verschiedenen Berichten noch eine Anzahl von Vögeln als eifrige Vertilger des Lärchenwicklers genannt. Fuchs (1913) sah ganze Schwärme von Meisen und Finken die Bäume im Befallsgebiet Ast für Ast absuchen, und am Boden konnte er in großer Anzahl Tannenhäher *(Nucifraga caryocatactes* L.) beobachten, die zweifellos die Puppen des Wicklers suchten. Daneben nennt Coaz noch verschiedene Spechte, das Goldhähnchen u. a. Der Oberförster Courtin sah, wie Alpenlerchen und Alpenflühvögel auf dem Fexgletscher wacker unter den Faltern aufräumten, die auf einem Überflug begriffen waren (v. Etzel, 1880). Doch darf die Rolle der Vögel, schreibt Thomann mit Recht, in der Bekämpfung des Lärchenwicklers nicht überschätzt werden.

Zweifellos gehört der graue Lärchenwickler, soweit es sein Vorkommen in den Alpen betrifft, zu den sehr schädlichen Forstinsekten; stellt er doch dort das gefährlichste Lärcheninsekt dar.

In seiner ersten Arbeit von 1894 spricht sich Coaz sehr pessimistisch über die Folgen des *diniana*-Fraßes aus: „So viel ist sicher, daß die Lärchenwaldungen des Oberengadins unter dem Fraß des Lärchenwicklers, namentlich 1887 und 88, schwer gelitten, daß durch denselben Tausende von Stämmen eingegangen sind und die Bestände, hauptsächlich der Südseite des Tals, sich bedenklich gelichtet haben." „Im Val Bevers sind 90% der Stämme eines 4 ha großen reinen Lärchenwaldes eingegangen, auf dieser Fläche und in ihrer nächsten Umgebung kamen 2000 Stämme zum Hiebe." „Der Fortbestand der Waldungen des Oberengadins, die fast ausschließlich aus Lärchen bestehen, ist durch den Lärchenwickler ernstlich bedroht." Etwas weniger pessimistisch klingen seine Ausführungen in der letzten Arbeit von 1917. Es heißt dort: Der Schaden, den der Fraß des Lärchenwicklers zur Folge hat, besteht in Störung der Wirtschaftspläne durch den über die Waldungen mehr oder weniger zerstreuten Eingang von Stämmen und in einer materiellen Einbuße durch Zuwachsverlust an den betreffenden Stämmen." Zu optimistisch scheint mir Fuchs die Folgen des *diniana*-Fraßes einzuschätzen, wenn er sagt: „So bedrohlich und übel die äußerliche Wirkung des Fraßes des Lärchenwicklers erscheint, dürfte sie, abgesehen von einigen Schäden und Zuwachsverlust, keine Folgen nach sich ziehen, da die Lärche sehr widerstandsfähig ist und im August bereits begann, sich frisch zu begrünen." Denn nach übereinstimmenden Berichten verschiedener Praktiker

[1]) Thomann führt folgende Schlupfwespen an: *Phytodistes obscurus* Dew. (selten), *Triclistus pallidipes* Hol. (selten), *Limnerium turionum* Rtz. (selten), *Dioctes exareolatus* Rtz. (gemein), *Rhogas circumscriptus* Nees., *Phaeogenes liscivus* Wsm., *Leptocryptus claviger* Taschbrg., *Plectocryptus arrogans* Grav.

können trotz des Wiederbegrünens im Fraßjahre wiederholte Angriffe die Bäume zum Absterben bringen.

Die Diagnose des *diniana*-Fraßes in den Alpen bietet gar keine Schwierigkeiten. Schon von weitem fällt die rote Färbung der befallenen Lärchenbestände auf. Bei näherer Besichtigung geben die noch vorhandenen Nadeltrichter, die Raupen, die sich teilweise an Gespinsten herablassen, und der Kot, der die Baumscheibe bedeckt, sichere diagnostische Merkmale ab, so daß eine Verwechslung mit anderen Erkrankungen ausgeschlossen ist.

Die direkte Bekämpfung des Schädlings ist sehr schwierig. In der Schweiz wurde bei der letzten Kalamität mehrfach das Sammeln der Puppen durchgeführt, meist durch Schulkinder unter Aufsicht der Lehrer: an einer Stelle wurden 108000 Puppen zusammengebracht, in St. Moritz 20000 für 115 Fr., in Ponte Campovasto 60000 Stück für 300 Fr. Eine große Bedeutung für die Beendigung der Kalamität dürfte dem Puppensammeln kaum beizumessen sein, zudem der Boden in jenen Gegenden meist uneben ist, steinig, geröllig, oft auch mit Rasen und niedrigem Gesträuch bewachsen.

Auch Leuchtfeuer, die verschiedentlich vorgeschlagen, und Rauchentwicklung wird zu keinem durchgreifenden Erfolg führen.

Dagegen wäre es angezeigt, einmal Versuche mit Arsenbestäubung zu unternehmen, bei den lichtstehenden Beständen dürften wenigstens in manchen Gegenden mit den leichten, tragbaren Motorverstäubern, wie sie neuerdings gebaut werden, möglicherweise Erfolge zu erzielen sein[1]).

Zur Vorbeugung ist neben Vogelschutz vor allem die Umwandlung der reinen Lärchenwaldungen in tunlichst geschlossene gemischte Waldungen mit schwacher Verbreitung der Lärche. Als Mischhölzer eignen sich nach Coaz bis zu einer Höhe von 1800 m ü. M. die Fichte und Arve. Für noch größere Höhen (bis 2300 m) werden folgende ausländischen Holzarten empfohlen: *Picea pungens* Eglm., *Engelmanni* Eglm. und *sitchensis* Frautr. et Meyer.

Was das Vorkommen im Norden seines Verbreitungsgebietes[2]) betrifft, so wurde ein stärkeres Auftreten des Lärchenwicklers an Fichte erstmalig 1868 auf der Insel Ösel und in den baltischen Ländern beobachtet (Köppen, 1880). Neuerdings (1928) wird eine *diniana*-Kalamität an Fichte aus Böhmen und dem sächsischen Erzgebirge gemeldet[3]). Forstmeister Koch (Neudorf i. Erzgeb.) teilte mir hierüber brieflich folgendes mit: „Ende Mai 1928 wurde im sächsischen Staatsforstrevier Neudorf im Erzgebirge in den südöstlichen Partien bis zu 900 m ü. M. starker Fraß an jungen Fichtennadeln beobachtet. Der Schaden besteht in vollständigem Fraß junger Nadeln —

[1]) Gelegentlich des schädlichen Auftretens von *diniana* in den sächsischen Fichtenwaldungen wurden, wie mir Herr Forstmeister Koch (Neudorf i. Erzgeb.) mitteilte, Versuche mit Forstesturmit und Meritol (Arsenpräparate) gemacht, und zwar mit gutem Erfolg.

[2]) Im Norden wird, wie oben schon betont, hauptsächlich die Fichte befallen (die Lärche dagegen verschont), dann auch die Kiefer (erstere nach Standfuß in den norddeutschen Mittelgebirgen, letztere mehr im norddeutschen Flachland).

[3]) Durch Vermittlung von Prof. Schneider-Orelli (Zürich) erhielt ich lebende *diniana*-Falter aus der Schweiz. Ein Vergleich dieser Exemplare mit den aus dem sächsischen Material gezüchteten ergab eine völlige Übereinstimmung. Auch die Untersuchung der männlichen Genitalien, die Prof. v. Kennel vorgenommen hat, ließ keine morphologischen Unterschiede zwischen den Schweizer und sächsischen Exemplaren erkennen.

vorzüglich der obersten —, die von der Spitze aus befressen wurden. Es wurden Bestände aller Altersstufen in Mitleidenschaft gezogen. Die Nadelreste, sofern solche übrig blieben, bekamen ein rotbraunes Aussehen und ließen auch die Bestände rotbraun erscheinen, in gleicher Weise wie bei Befall durch *Nematus abietum* Htg. Der starke Fraß hat zweifelsfrei eine Minderung der Jahrestrieblänge zur Folge gehabt, wie der Vergleich mit nicht befallenen Fichten ergibt. Eine weitere schädliche Nachwirkung wird der diesjährige Fraß kaum zur Folge haben, da die Knospen allgemein gesund geblieben sind"[1]).

„Der Befall ist von den böhmischen Fichtenrevieren her erfolgt, die augenscheinlich noch stärker betroffen sind. In gleicher Weise wie das Neudorfer Staatsforstrevier sind auch die sächsischen Staatsforstreviere Ober- und Unterwiesenthal betroffen, hier reicht der Befall in noch höhere Lagen."

Geschichtliches.

Die ersten Nachrichten über verheerendes Auftreten des Lärchenwicklers in den Alpen stammen aus den Jahren 1820 und 28, in denen sein Fraß in verschiedenen Tälern des Wallis beobachtet wurde. Dann fanden größere Kalamitäten in den Lärchenwäldern durch diese Wicklerraupe statt: 1855 in der Schweiz bei Zernez und Fettan, sowie 1856 und 1857 in Frankreich in dem Departement des Basses Alpes, in der Schweiz im Wallis und auch in Graubünden. Im Wallis waren damals die Wälder des Rhonetales von Sitten aufwärts, sowie die der Seitentäler in einem 300 m breiten Gürtel, der 300—400 m über der Sohle des Haupttales begann, angegriffen (Davall). In den Jahren 1864 und 1865 waren die Waldungen des Engadin, Samnaum und des Münstertales stark befallen. Der Fraß verbreitete sich aus dem Oberengadin in das Unterengadin. Wallis wurde ebenfalls stark heimgesucht, 1878 und 1879 wurden wiederum das Unter- und Oberengadin, das Münstertal, Samnaun und Puschlav auf einer Gesamtfläche von 7000 ha stark verheert. Nur ein etwa 80 m breiter Streifen an der oberen Baumgrenze blieb verschont (v. Etzel). Der Fraß verbreitete sich 1879 in die Tiroler Grenzwaldungen und griff dann 1880 auch in dem Inntale und seinen Seitentälern um sich. Auch diesmal blieben die Waldungen zunächst der Talsohle und ein Streifen an der oberen Holzgrenze verschont (Maresch). Später hat sich der Lärchenwickler wieder in Tirol bei Windisch-Matrei unangenehm bemerkbar gemacht (Schernthaner). Die letzten größeren Kalamitäten in den Alpen fallen in die Jahre 1911—13, 1919—21, 1926—28, wo wiederum hauptsächlich das Ober- und Unterengadin betroffen waren. Seit 1924 bis heute herrscht eine große Kalamität in den Fichtenwäldern Böhmens und Sachsens[2]).

---

[1]) Nach Prell (1930) hängt die Gefährlichkeit des Lärchenwicklers in erster Linie von der Dauer des Fraßes ab. „In Preßnitz (Böhmen) mit seiner länger andauernden Schädigung ist es bereits soweit gekommen, daß Althölzer dürr werden und abgetrieben werden müssen, und daß darüber hinaus viele Bäume durch die alljährliche Entfernung des Maitriebes ganz bedenklich licht geworden sind." Eine entsprechende Gefahr droht auch den sächsischen befallenen Wäldern. Prell sieht denn auch „die allgemeine Situation bei der sächsisch-böhmischen Lärchenwicklerkalamität sehr ernst und wenig hoffnungsvoll an". Nur die sehr langsame Auswirkung der Schädigungen läßt mit der Möglichkeit einer unvorhergesehenen Wendung der Dinge vor dem Eintritt einer Katastrophe rechnen."

[2]) Nach Prell ging die Ausbreitung der sächsisch-böhmischen Kalamität sehr rasch vor sich. Im Jahre 1924 wurde der Fraß in Böhmen auf einer Fläche von 80—100 ha festgestellt, 1925 erweiterte sich die Fläche auf 2000 ha, 1926/27 auf 6000 ha und 1928 auf 9000 ha. Im Jahr 1929 wurde das Gesamtausbreitungsgebiet des Schädlings auf 500 qkm geschätzt. In Sachsen wurde im Jahr 1929 der Befall von 21 Forstämtern gemeldet.

Semasia vacciniana Z.

Taf. III, Fig. 169.

Heidelbeerwickler.

Falter: Ein kleiner Wickler von ca. 11 mm Spannweite und graubraunem Kolorit, der bei flüchtiger Betrachtung Ähnlichkeit mit *pactolana* hat. Am Vorderflügel Wurzelfeld aschgrau mit dunkler, schmaler Querlinie, weiter folgt eine gleichmäßig breite, hell aschgraue Querbinde (von einigen feinen dunkleren Linien geteilt). Auch der Spitzenteil der Vorderflügel aschgrau, mit verschiedenen dunklen Zeichnungen. Hinterflügel braun.



Abb. 275. *Semasia vacciniana* Z. (Heidelbeerwickler). 2½×.

Raupe weißlich mit blassen Punkten, Kopf und Nackenschild schwarz, Analplatte blaß gelblich.

Die Raupe des über Mittel- und Nordeuropa verbreiteten Wicklers lebt an verschiedenen Pflanzen, wie *Berberis*, *Sedum palustre*, *Corn. sanguinea* und *Vaccinium myrtillus*.

Wenn die Art hier aufgeführt wird, so geschieht es deshalb, weil sie bisweilen zu großen Massenvermehrungen gelangt und dadurch zu einem Heidelbeerschädling werden kann. Baer (1909) hat eingehend über einen solchen Fall berichtet.

Der Falter fliegt Mai und Juni. Die Räupchen beginnen im Juli mit ihrem Fraß, der bis in den September sich fortsetzt. Zur Verpuppung begeben sie sich in den Boden, um sich hier in einem dichten weißen Gespinst zu verwandeln, aus dem sich nach der Überwinterung die Puppe hervorschiebt.

Das einzelne Fraßbild beschreibt Baer (1919, S. 196) folgendermaßen: „Die Blätter der Heidelbeere waren zierlich skelettiert und an die Triebachsen sowohl angesponnen, als miteinander mehr oder weniger durch Fäden verklebt. Die dichtesten Blattbüschel waren zuweilen von einem äußerst feinen Gespinst derartig überzogen, daß auf ihnen ein eigenartiger Schein, wie von einer milchigen Trübung herrührend, lag. Wo die Abstände der wechselständigen Blätter voneinander nicht zu groß waren, waren sie meist paarweise mit ihren Oberseiten flach aneinandergeheftet. Anhäufungen von Kotkrümeln waren zwischen den versponnenen Blättern kaum zu finden, so daß solche jedenfalls an dem charakteristischen Aussehen des Fraßes keinen Anteil hatten. Die Blätter zeigten sich stets von der Oberseite her, also der Innenseite bei den versponnenen Blattpaaren, skelettiert, und zwar so, daß die Rippen und die Oberhaut der Blattunterseite verschont geblieben waren." — „Der Fraß betrifft offenbar in erster Linie die Spitzen der Ästchen. Denn wo wir noch ganz oder teilweise verschonte Blätter vorfanden, waren es am ehesten noch die untersten."

Der in der Muskauer Heide beobachtete Fraß erstreckte sich 1901 über Hunderte von Hektaren. „Hier gewahrte das Auge am Waldboden kaum eine grünende Stelle, sondern statt dessen nur ein Meer von bald leuchtenden, bald fahlen Blättchen."

Der jahrelange Ausfall der Beerenernte wurde mancherorts bitter empfunden, und auch dem Waidmann machte sich der Mangel an Äsung für das Wild bemerkbar. Auf größeren Flächen hat der Fraß auch zum völligen Absterben der Heidelbeere geführt.

Bei der Ausbreitung des Fraßes traten sehr auffallend zunächst einige kleinere Herde hervor, die sich allmählich konzentrisch vergrößerten, bis sie schließlich zusammenflossen.



Abb. 276. Fraß von *Semasia vacciniana* Z. an Heidelbeere *(Vaccinium myrtillus* L.). Das Räupchen hat die Blätter miteinander und mit den Ästchen versponnen und von oben her skelettiert. Nach Baer.

Semasia subsequana Hw.

Taf. III, Fig. 17 ♀.

Syn. *abiegana* Dup.

Tannennadelwickler.

Falter: Vorderflügel etwas glänzend, grau mit braunen, gegen die Spitze etwas mehr rostbräunlichen Zeichnungen. Das Wurzelfeld ist nach außen von einem winkelig gebrochenen dunklen Wisch begrenzt. Etwas hinter der Flügelmitte liegt eine ziemlich schmale, schräge Binde, welche vom Vorderrande ausgeht und vor dem Hinterrande endigt. Das rostbräunliche Spiegelfeld hat 4—5 parallele schwarze Längslinien und ist gegen die vorhergehende Binde sowie gegen den Außenrand glänzend silberweiß eingefaßt. Von der Binde bis an die Flügelspitze ist der

Vorderrand schmal, weißlich und durch drei kleinere schwarze Fleckchen und dazwischen durch drei feine schwarze Strichelchen unterbrochen. Von der ocellenähnlich braunen Flügelspitze herab ist der Raum zwischen dem Spiegelfelde und dem Außenrande rostbräunlich ausgefüllt. Die schwarzbraune Außenrandlinie ist innen sehr fein grauweiß gesäumt. Die Fransen sind grau, an der Basis weiß, Hinterflügel schmutzig weiß, gegen die Spitze graulich verdunkelt, die Fransen weißlich (Abb. 277). Spannweite 12—13 mm.



Abb. 277. *Semasia subsequana* Hw. (= *abiegana* Dup.), Tannennadelwickler. 2 ×.

Raupe grasgrün bis gelblichgrün mit spärlichen grauweißen Haaren besetzt. Kopf nach Horvâth hell bräunlichgelb (nach Kennel schwarz). Länge 6 bis 7 mm.

Puppe 4—4$^3/_4$ mm lang, spindelförmig, nach hinten zu etwas stärker verjüngt, glänzend rostbraun, auf der Dorsalseite der Abdominalsegmente je 2 Querreihen kurzer Dörnchen. Analsegment mit 6 kurzen, dreieckigen Analdornen und mit 4 stärkeren und längeren gekrümmten Borsen (Abb. 278).

Das Ei (Abb. 279) ist flach, kuchenförmig, breit elliptisch, ca. $^3/_4$ mm lang und $^1/_2$ mm breit, anfangs beinahe wasserhell, später weißlich und endlich schmutziggelb. Oberfläche unregelmäßig gefeldert.

Der über Mitteleuropa verbreitete Wickler scheint ein monophages Tanneninsekt zu sein. Er wurde von Horvâth (1896) als Tannenschädling in die Forstentomologie eingeführt.

Die Bionomie ist von Horvâth eingehend beschrieben[1]): „Der Falter fliegt von Ende April bis Mitte Mai. Die Hauptschwärmzeit ist Mitte Mai. Am zahlreichsten fliegen die Falter bei hellem Sonnenschein. Bei bewölktem Himmel fliegen verhältnismäßig nur wenige; in dieser Hin-

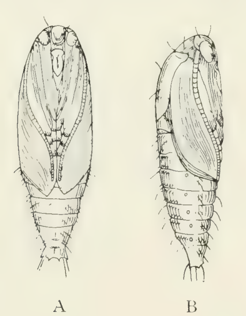


Abb. 278. Puppe von *Semasia subsequana* Hw. A Ventrale, B seitliche Ansicht. Nach Horvâth.

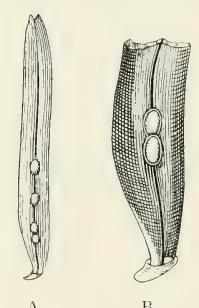
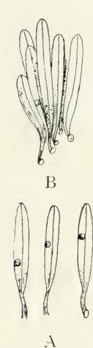


Abb. 279. A Vier Eier von *S. subsequana* Hm. auf der Oberfläche einer Tannennadel, B zwei Eier ebenda (stärker vergrößert). Nach Horvâth.

sicht sind sie so empfindlich, daß, sobald die Sonne durch eine Wolke verdeckt wird, der größte Teil der schwärmenden Falter sich sogleich zwischen die Tannenzweige flüchtet und unter den Nadeln verbirgt. Wenn man

[1]) Die Angaben beziehen sich auf die klimatischen Verhältnisse des Karst-Gebirges, 790—1140 m ü. M. (bei Novi), wo 1893 der Wickler schädlich in den Tannenwäldern auftrat.

einen solchen Tannenzweig schüttelt, so schwärmen die aufgescheuchten Falter wie kleine Rauchwolken empor, begeben sich aber gleich wieder zur Ruhe. Die meisten Falter halten sich an den oberen und äußeren Partien der Tannen, die an Wegrändern, Waldblößen stehen, und überhaupt an solchen Bäumen auf, welche dem Licht und der Sonne am meisten ausgesetzt sind. In den geschlossenen Beständen sind sie nur in den Baumkronen häufiger.



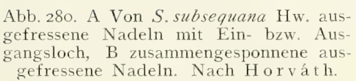


Abb. 280. A Von *S. subsequana* Hw. ausgefressene Nadeln mit Ein- bzw. Ausgangsloch, B zusammengesponnene ausgefressene Nadeln. Nach Horváth.



Abb. 281. Von *Botrytis* befallene und getötete Puppen von *Semasia subsequana* Hw. in der Bodenstreu. Nach Horváth.

„Die Eier werden im Mai an die Oberseite der vorjährigen Nadeln abgelegt, und zwar gewöhnlich 4—5 (höchstens 10—12) an je einer Nadel, meist an deren Basalhälfte, am zahlreichsten an den oberen und äußeren Zweigen und Zweigspitzen, die der Sonne und dem Licht am meisten ausgesetzt sind.

„Die Räupchen schlüpfen anfangs Juni, gehen sogleich an die Maitriebe und bohren sich in deren junge Nadeln hinein. Sobald sie eine Nadel mehr oder weniger ausgefressen haben, spinnen sie eine nächstliegende Nadel dazu und dringen in das Innere dieser letzteren. Das geht dann so fort, etwa bis zum Ende ihrer zweiten Häutung. Nach der zweiten Häutung greifen sie schon die alten Nadeln an, und erst jetzt beginnt eigentlich der durch sie bewirkte Schaden größere und auffallendere Dimensionen zu erlangen.

„Die Tannennadeln wurden fast ohne Ausnahme an der Unterseite in der einen oder anderen Längsrinne angegriffen und ein mehr oder weniger längliches, selten kreisrundes kleines Loch verrät dort die Stelle, wo die Raupe in das Innere der Nadeln eingedrungen ist. Dieses Loch ist $^1/_2$—$^1/_3$ mm lang und $^1/_3$—$^1/_2$ mm breit und liegt gewöhnlich im ersten (basal) oder im mittleren Drittel der Nadel.

„Die Raupe dringt in derselben Hälfte der Nadel, in welcher das kleine Loch liegt, immer zuerst gegen die Spitze der Nadel, biegt dann plötzlich in die andere Nadelhälfte hinüber, um dort den Fraß in der Richtung gegen die Basis der Nadel fortzusetzen. Die Nadeln werden entweder ganz oder nur zum Teil ausgefressen, aber der Fraß erstreckt sich in beiden Nadelhälften immer auf dieselbe Länge. Die Raupe verläßt die ausgefressene Nadel gewöhnlich durch dasselbe Loch, durch welche sie in die Nadel ge-

drungen ist. Ausnahmsweise macht sie sich aber zu diesem Zwecke im Enddrittel der Nadel ein zweites Loch.

„Wenn die Raupe eine Nadel verläßt, so greift sie eine zunächstliegende Nadel an und spinnt diese mit 2—3 anderen Nadeln vor allem an die soeben verlassene an, oder sie läßt sich an einem Gespinstfaden auf einen anderen Zweig hinunter und sucht sich dort eine passende Nadel aus.

„Ende Juli sind die Raupen ganz ausgewachsen. Sie verlassen nun definitiv die Nadeln, lassen sich an Gespinstfäden von den Bäumen herab und gehen zur Verwandlung in die Bodendecke. Dort bereiten sie sich einen weißen Kokon und verwandeln sich darin zur Puppe. Der Kokon liegt nicht frei in der Bodenstreu, sondern es sind daran wenigstens einige trockene Nadeln, Erdklümpchen, Moosteile u. dgl. angeheftet.

„Die Puppen bleiben dann in der Bodenstreu bis zum nächsten Frühjahr, bis aus ihnen die Falter in der zweiten Hälfte vom April ausfliegen."

Die Entwicklung von *subsequana* verläuft also nach der Bioformal:

$$\frac{45 - 67}{8{,}4 + 45}$$

Forstliches Verhalten. „*S. subsequana* kommt nur an Tannen *(Abies pectinata)* vor, und zwar sowohl in reinen, als auch in gemischten Beständen. Alt- und Mittelhölzer werden von ihr besonders bevorzugt. Jungwüchse sowie auch Unterwuchs und unterdrückte Bäume werden von ihr direkt nicht angegangen, sondern nur indirekt, und zwar so, daß einzelne Raupen durch Wind, Regen oder andere Ursachen vom Hochholze herabgeworfen werden und dann den Fraß auf den niedrigeren Pflanzen fortsetzen. Am stärksten werden solche lichte Bestände beschädigt, in welche Licht und Sonne gut eindringen können.

„Die Fraßzeit der Raupen fällt in die Monate Juni und Juli. Sie greifen zuerst die jungen Nadeln der frischen Maitriebe an. Die inwendig ausgefressenen jungen Nadeln schrumpfen bald zusammen, vertrocknen und werden braun. Der dadurch verursachte Schaden pflegt gewöhnlich weder groß noch auffallend zu sein. Die Sache wird nur von Mitte Juni an bedenklicher, wenn die Raupen nach ihrer zweiten Häutung die alten Nadeln angreifen. Die ausgehöhlten Nadeln verlieren ihre normale grüne Farbe, werden anfangs bleich, dann gräulich, endlich rötlichbraun und vertrocknen. Die so beschädigten roten und trockenen Nadeln sind an den Gipfelpartien und an den äußeren Zweigen am zahlreichsten, ihre Zahl wird mit dem Wachstum der Raupen immer größer. Bei intensivem Fraß erscheinen die betreffenden Bäume oder ganze Bestände anfangs Juli schon von fern gelblichgrau, nach Mitte Juli aber ganz rostrot.

„Gegen Ende Juli hört das Rotwerden und Vertrocknen der Nadeln auf, es beginnt das Herabfallen der kranken Nadeln, das dann bis in den Herbst hinein dauert. Die Nadeln werden durch Wind und Wetter teils einzeln, teils durch Gespinstfäden zusammengehalten, gruppenweise herabgeworfen. Die Gipfelpartien und äußeren Zweige der Bäume werden infolgedessen immer mehr entnadelt und zeigen bei starkem Raupenfraß ein recht trauriges Bild" (Horváth). Trotzdem aber scheint selbst eine mehrjährige Wiederholung des Fraßes keine ernsten Folgen für das Leben der Bäume nach sich zu ziehen. Nirgends konnte man die Beobachtung machen, daß die betroffenen Bäume, selbst wenn sie $^1/_3$ oder gar die Hälfte der

Nadeln verloren hatten, kränkelten oder gar eingegangen wären. So dürfte also der Hauptschaden im Zuwachsverlust bestehen.

Die von Horváth beschriebene Gradation im Karst scheint drei Jahre gedauert zu haben. Tierische Parasiten wurden keine beobachtet, dagegen verschiedene Vögel (Buchfinken und Hänflinge), die den zur Verpuppung in den Boden gegangenen Raupen nachstellten.

Die Beendigung der Gradation scheint allerwärts durch eine Mykose, von der die Puppen im Winterlager befallen wurden, herbeigeführt worden zu sein. Ende August wurden die ersten Puppenerkrankungen festgestellt, zehn Tage später waren schon ca. 70% der Puppen getötet, und bald war die Bodenstreu ganz durchsetzt von den weißen Fäden und den linsen- bis bohnengroßen Sporenmassen des Pilzes, welche je eine tote mumifizierte Puppe umhüllten (Abb. 281). Nach Giards Untersuchungen handelte es sich um einen in die Verwandtschaft von *Botrytis Bassiana* gehörigen Pilz.

Gattung Asthenia (Hb.) Meyr.

Von der Gattung *Semasia* lediglich durch die Fühler des Männchens unterschieden, die beiderseits mit Büscheln langer Härchen besetzt sind, so daß sie wie doppelt gefiedert aussehen[1]). Auf den Hinterflügeln entspringen Ader *rr* und m_1 dicht beisammen, eine Strecke weit parallel verlaufend, m_3 und cu_1 gestielt, m_2 deren Ursprung genähert.

Die Gattung enthält nur eine einzige Art, die als Fichtenschädling unser Interesse verdient.

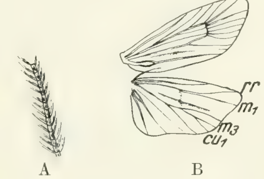


Abb. 282. A Stück eines Fühlers von *Asthenia pygmaeana* Hb. ♂, B Geäder von derselben. Nach Kennel.

Asthenia pygmaeana Hb.

Taf. III, Fig. 18.

Der kleine Fichtennadelmarkwickler.

Ratzeburg: *Tortrix (Coccyx) pygmaeana* Hb. — Nitsche: *Tortrix (Steganoptycha) pygmaeana* Hb. — Nüßlin-Rhumbler: *Grapholitha (Asthenia) pygmaeana* Hb. — Wolff-Krauße: *Asthenia pygmaeana* Hb.

Falter (Abb. 283) mit bräunlich grauem Kopf und Thorax, Abdomen reiner grau. Vorderflügel mit graubraunem Wurzelfeld, saumwärts scharfwinklig vorspringend. Die darauffolgende bleigraue Querbinde ist in der Mitte durch die vortretende Spitze des Wurzelfeldes fast unterbrochen. Das Saumfeld mehr rotbräunlich, zart glänzend, nur Costa mit 3 scharfen, schwarzen Häkchen, die durch weiße Zwischenräume getrennt sind. Vor der Spitze meist noch eine hellere, gegen den Hinterrand zu schmäler werdende Querbinde. Hinterflügel weiß, an der Spitze allmählich schwarzgrau werdend. Spannweite 14 mm (Abb. 283).

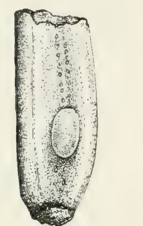
Abb. 283. *Asthenia pygmaeana* Hb. (Kleiner Fichtennadelmark-Wickler). 2 ×.

Das Ei (Abb. 284) ist oval, Oberseite flach gewölbt, runzlig gefeldert, Unterseite völlig eben, Länge 0,8, Breite 0,5 mm.

Die Raupe ist im Jugendstadium farblos, wird später blaßgrün oder gelblich, und nimmt schließlich in den älteren Stadien eine lebhaft grüne Färbung an.

[1]) Kennel ist der Meinung, daß dieses Merkmal kaum dazu ausreicht, die Abtrennung von *Semasia* zu rechtfertigen, zumal es sich nur um eine einzige Spezies handelt, die davon betroffen wird.

Kopf hellbraun oder schwarz, Nackenschild grünlich oder gelblich (oder auch dunkelbraun). Unter der Afterklappe mit einem zierlichen, aus 5—7 geraden, steifen Borsten bestehenden Kamm. Warzen verhältnismäßig sehr groß, auf dem 9. Segment einreihig (Abb. 285). Länge ca. 10 mm.



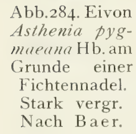


Abb. 284. Ei von *Asthenia pygmaeana* Hb. am Grunde einer Fichtennadel. Stark vergr. Nach Baer.

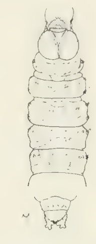


Abb. 285. Raupe (Vorderteil und Hinterende) von *Asthenia pygmaeana* Hb. Nach Ratzeburg.

Die Puppe gleicht der von *Semasia nanana* Tr. (siehe oben, S. 309) außerordentlich, ist aber etwas größer, die Dornen der dorsalen Kränze und Erhebungen des Analsegmentes sind kräftiger und die apikalen Borsten entbehren der hakenförmigen Krümmung am Ende. Sie schiebt sich vor dem Auskriechen aus dem Kokon hervor.

Asthenia pygmaeana Hb. ist über Mitteleuropa, mittleres Westrußland und Skandinavien verbreitet. Ihre Fraßpflanze scheint ausschließlich die Fichte zu sein (Kennel gibt zwar auch die Kiefer an).

Die Bionomie des in der forstlichen Literatur wenig genannten Wicklers — außer Ratzeburg (F. II. S. 226) und Nitsche, der Ratzeburgs Angaben übernommen hat, findet sich noch einiges bei Borries (1895) — wurde erst in neuerer Zeit eingehend studiert durch W. Baer (1910):

Die Flugzeit fällt im wesentlichen in die erste Hälfte des Mai (nach Ratzeburg schon von „Ende März an, wenn der Schnee kaum anfängt zu schwinden"), der Falter schwärmt bei warmem, sonnigem Wetter vornehmlich in den späteren Morgen- und den Nachmittagsstunden bis gegen 4 Uhr, bisweilen auch noch später, sogar bis Sonnenuntergang.



Abb. 286. Fichtennadeln von *Asthenia pygmaeana* Hb. ausgefressen, meist mit zwei Löchern. Nach Ratzeburg.

Die Eier werden einzeln abgelegt, und zwar an vorjährige Nadeln, gewöhnlich an die Unterseite der Zweige, und auch an die Unterseite der Nadeln, meist an deren Grund (Abb. 284), selten mehr spitzenwärts oder an die Oberseite.

Das junge Räupchen verläßt sofort nach dem Auskriechen seinen Geburtsort, um auf den Maitrieb überzuwandern und dort sich in eine der jungen Nadeln einzubohren. Wenn es größer geworden und keinen Platz mehr in der Nadel hat, so spinnt es mehrere Nadeln eng und fest zusammen und befrißt in der so hergestellten Röhre die einzelnen Nadeln von einer der Flächen her, bis schließlich fast nur noch die Oberhaut der gegenüberliegenden Fläche stehen bleibt. Dabei bleibt nur wenig Kot in dem Gespinst hängen — im Gegensatz zum *tedella*-Fraß (siehe unten, S. 348). Ratzeburg gibt als Charakteristikum des *pygmaeana*-Fraßes an, daß die minierten

Nadeln zwei Löcher zeigen, ein Ein- und ein Ausgangsloch (Abb. 286). Solche Nadeln kommen wohl vor, jedoch nicht gerade häufig, können daher nicht als charakteristisch für *pygmaeana* bezeichnet werden. Auch die weitere Angabe Ratzeburgs, daß die Jungraupen vorjährige Nadeln angreifen, bezieht sich auf Ausnahmen; der Hauptfraß betrifft stets den



Abb. 287. Starker Fraß von *Asthenia pygmaeana* Hb. an den Maitrieben eines Fichtenwipfels, der schon im Vorjahr teilweise entnadelt worden war. Nach Baer.

jungen Maitrieb. Vorjährige Nadeln werden wohl nur als Notnahrung angenommen, und dann meist nur von älteren Raupen, die, vom Maitrieb herkommend, zu den vorjährigen Nadeln gewandert sind. Wenn auch, wie oben bemerkt, die älteren Raupen in der Regel nicht mehr minieren, so kommt es doch auch vor, daß diese die dicken, fleischigen Nadeln an den

saftigen und buschigen Maitrieben noch richtig aushöhlen (wie *tedella*), wobei die betreffenden Nadeln allerdings oft stark verlängerte Löcher zeigen.

Als bemerkenswerte Erscheinung des *pygmaeana*-Fraßes hebt Baer noch hervor, daß sehr häufig an den befallenen Maitrieben die Knospenschuppenhauben angesponnen werden und daß der Fraß zunächst nur die darunter befindlichen Nadeln betrifft. Wir haben oben schon die gleiche Erscheinung bei *ratzeburgiana* und *nanana* kennengelernt[1]).

Die Verpuppung findet im August statt, und zwar mehr oder weniger tief im Boden. Vor der Verpuppung spinnt sich das Räupchen einen weißen Kokon, welcher mit Teilchen der Bodenstreu verklebt und bedeckt und infolgedessen nicht ohne weiteres zu sehen ist. Die Puppen überwintern und geben im nächsten Frühjahr den Falter.

Die Entwicklung ist also eine einjährige, nach der Bioformel:

$$\frac{5 - 67}{8.4 + 5}$$

Pygmaeana kommt lediglich als Fichtenschädling in Betracht. Bevorzugt werden Stangen- und Althölzer (bis 100 jährige), wenn auch die Kulturen keineswegs ganz verschont werden (Ratzeburg fand sie im Harz sowohl an jungen 12—20 jährigen als auch an älteren, selbst starken Beständen, und Borries hat in Dänemark den Fraß sogar hauptsächlich an 9—15 jährigen Kulturen beobachtet).

Während an den Stangen- und Althölzern die Wipfel gegenüber den Seitenzweigen entschieden bevorzugt zu sein scheinen, waren in dem von Baer beobachteten Fall in den Kulturen hauptsächlich die Seitenzweige befallen, die Wipfel dagegen verschont, wenigstens im ersten Fraßjahr, im zweiten Fraßjahr ging der Fraß auch bei Althölzern vielfach auch auf die mittleren und unteren überhängenden Zweige herab. „Oft hatte es den Anschein, daß der Falter die am schlimmsten mitgenommenen Wipfel mit ihren verspätet und kümmerlich austreibenden Maitrieben mit wiederholter Eiablage überhaupt verschonte, denn die bürstenartigen Maitriebe waren hier oft nur schwach, gewöhnlich aber gar nicht befressen.

Auch sonstige Beobachtungen deuten darauf hin, daß „der Schädling durchaus primär ist: nicht nur, daß im zweiten und dritten Jahr die bereits geschädigten Bestände verhältnismäßig viel schwächer befallen wurden, als zu erwarten gewesen wäre, waren es auch regelmäßig die kräftigsten und dominierendsten Stämme, die am meisten angegriffen wurden".

Zu welch starker Massenvermehrung *pygmaeana* neigt, geht aus der von Baer beschriebenen Gradation in der Fürstl. Pleßschen Forstinspektion Waldenburg hervor, wo in den Jahren 1906—1909 ein über die drei Oberförstereien Wüstegiersdorf, Langwaltersdorf und Waldenburg sich erstreckender Massenfraß von überraschender Ausdehnung stattfand. Ich gebe hier einen Auszug aus dem Bericht:

1906 wurde in Wüstegiersdorf (im Juni) zum erstenmal eine intensive Braunfärbung zahlreicher Fichtenwipfel bemerkt, jedoch nicht als Insektenfraß, sondern als Frosterscheinung angesprochen.

---

[1]) Nach Schütze kommen solche „Mützchen" auch noch bei dem Fraß anderer Arten vor: so z. B. bei *Dioryctria schützeella* Fuchs, *Cymol. hartigiana* Rtzb., *Tortrix piceana* L. und *histrionana* Froel.

1907 wurden die grünen *pygmaeana*-Räupchen als Urheber der Verfärbung entdeckt. Letztere gewann bedeutend an Ausdehnung: Von den ca. 6480 ha Fichtenwald der drei oben genannten Oberförstereien waren ca. 834 ha befallen, und zwar 502 ha stark und 332 ha nur teilweise (40%). Am stärksten waren die 30—70 jährigen Bestände befallen, weniger die 70 jäh-



Abb. 288. Fichtenzweig mit beginnendem Fraß von *Asthenia pygmaeana* Hb. Die jungen Raupen haben an den Enden der Maitriebe die „Knospenschuppenhauben" versponnen. Nach Baer.

rigen und am wenigsten die jüngeren, bis 30 jährigen Orte. Der Fraß beschränkte sich in der Hauptsache auf die Hang- und Tallagen, während die Hochebenen durchwegs davon verschont blieben. Beginn des Fraßes anfangs Juni, Ende in der zweiten Hälfte des Juli, nur ganz vereinzelte Räupchen

wurden noch Mitte August gefunden. Der Fraß betraf fast ausschließlich die Maitriebe der Fichtenwipfel, wobei freiwüchsige besonders bevorzugt waren. Von den befressenen Trieben zeigten die meisten saftige, grüne Winterknospen, während nur wenige eingegangen erschienen.

1908 wurde zum erstenmal der Falterflug beobachtet (im wesentlichen in der ersten Hälfte des Mai). Das Fraßgebiet hat sich gegen 1907 weiter ausgebreitet und mit Ausnahme eines einzigen nun sämtliche Reviere der drei Oberförstereien ergriffen. Als stark befressen erscheinen jetzt 600 bis 700 ha. Im allgemeinen zeigte der Einzelbaum eine geringere Verfärbung als 1907, was teilweise darauf zurückzuführen war, daß die zahlreichen Regengüsse des Sommers 1908 die roten Nadelreste größtenteils herabgespült haben. Der Befall betraf wieder hauptsächlich über 30jährige Orte (bis 100jährige), und zwar mit merklicher Bevorzugung der Ränder. Die im Vorjahr befressenen Wipfel blieben vielfach verschont, und der Fraß rückte dann abwärts auf die tieferen Äste. In erster Linie wurden — wie auch in den Vorjahren — junge Nadeln befressen, sodann teilweise auch vorjährige und nur selten (aus Not) ältere; die jungen Triebe waren oft schon unmittelbar unter den Knospenschuppen befallen. Die Hauptfraßzeit fiel in die zweite Hälfte des Juni, die letzten abspinnenden Raupen wurden Ende Juni beobachtet.

1909 ist der Fraß wesentlich zurückgegangen. Einzelfraß macht sich allerdings noch überall bemerkbar, besonders an den freistehenden Bäumen, doch konnte nirgends mehr die Verfärbung größerer Komplexe oder ganzer Bestände beobachtet werden. Die Kalamität hat offenbar den Höhepunkt überschritten und ist im Verlöschen begriffen.

Worauf der Zusammenbruch der Gradation zurückzuführen war, konnte nicht ermittelt werden. Parasiten scheinen kaum einen Anteil an der Krisis gehabt zu haben, da aus den zahlreichen Puppen, die 1908 eingezwingert wurden, nicht ein einziger Parasit auskam.

Der forstliche Schaden besteht wohl hauptsächlich im Zuwachsverlust. Ein Absterben von Beständen oder auch von Einzelbäumen wurde nirgends beobachtet.

Differentialdiagnostisch kommt vor allem der Fichtennestwickler, *Epiblema tedella* Cl., in Betracht, dessen Fraßbild große Ähnlichkeit mit dem von *pygmaeana* hat. Doch gibt hier die zeitliche Verschiedenheit des Auftretens einen guten Anhaltspunkt: Der Fraß von *pygmaeana* findet viel früher statt (Juni und Juli) als der von *tedella,* der erst im August und September in sein Hauptstadium tritt. Dann werden bei *tedella* meist eine größere Anzahl (10—16) Nadeln zu einem Nest versponnen, in dem sich der Raupenkot ansammelt, während die wenigen von *pygmaeana* zusammengesponnenen Nadeln meist frei von Kot sind. Die *tedella*-Nadeln sind in der Mehrzahl ausgehöhlt und besitzen ein Loch in der Nähe der Basis, die *pygmaeana*-Nadeln sind weniger miniert als von der einen Fläche her befressen, und wo Minierfraß vorhanden, sind nicht selten zwei Löcher zu finden.

Des weiteren kommt differential-diagnostisch *Semasia nanana* Tr. in Betracht, deren Raupe ebenfalls die Nadeln miniert und zusammenspinnt, doch fällt bei dieser die Hauptfraßzeit in den Mai (bei *pygmaeana* in den Juni/Juli), ferner zeigen die Nadeln nahe der Basis ein einziges mit Gespinst ausgekleidetes Loch, vor dem sich das zierliche Kothäufchen befindet. End-

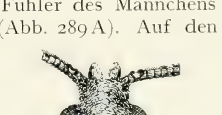
lich könnte noch eine Verwechslung mit *Semasia ratzeburgiana* Rtzb. möglich sein wegen der angesponnenen „Mützchen" an den Trieben. Nach Baer läßt sich der Fraß der beiden folgendermaßen auseinanderhalten:

Ratzeburgiana: der junge Trieb stets stark gekrümmt, die Vegetationsspitze stets stark beschädigt, so daß hier keine Knospenanlagen entstehen können, Nadeln nicht miniert, sondern in einem Längsstreifen auf der Triebunterseite ganz abgefressen, Triebachse stets ebenfalls angegriffen. Fraß sehr frühzeitig, anfangs Juni Fraßstelle von der Raupe bereits verlassen.

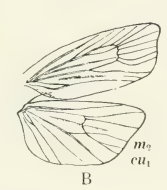
Pygmaeana: der junge Trieb weniger oder gar nicht gekrümmt, Triebachse und Vegetationsspitze stets unverletzt, Nadeln wenigstens zum Teil miniert (unter der Schuppenhaube von der Spitze her). Fraß später; anfangs Juni die Raupen höchstens halbwüchsig.

Gattung Tmetocera Led.

Auch diese Gattung unterscheidet sich wie die vorige lediglich durch einen sekundären Sexualcharakter von *Semasia:* Die Fühler des Männchens haben in der Nähe ihrer Wurzel eine Ausnagung (Abb. 289 A). Auf den Hinterflügeln sind die Adern m_3 und cu_1 gestielt, m_2 entspringt mit diesem Stiel aus einem Punkt, rr und m_1 entspringen getrennt, aber dicht beisammen und ziehen eine Strecke parallel.



A



B

Abb. 289. A Kopf und Fühler von *Tmetocera ocellana* F. Fühler an der Basis mit „Ausnagung" (♂), B Flügelgeäder von derselben. Nach Kennel.

Die Gattung enthält zwei europäische Arten, die allerdings von einer Anzahl von Autoren als zwei verschiedene Formen einer Art *(ocellana)* angesehen werden. Ich glaube aber hier in diesem der Praxis dienenden Buch die Trennung in zwei verschiedene Arten wohl verantworten zu können, zumal neben den wesentlichen Unterschieden in Form und Färbung des Falters wie der Raupe auch beträchtliche Unterschiede in der Bionomie der beiden Formen bestehen:

Die eine Form, *Tm. ocellana* F., ist ein Laubholztier (als Schädling an Obstbäumen unter dem Namen „Roter Knospenwickler" den Obstzüchtern allgemein bekannt), die andere Form, *Tm. laricana* Hein., ein Nadelholztier (auf Lärche).

Tmetocera laricana (Zll.) Hein.[1]

Taf. IV, Fig. 1.

Syn. *Tm. zellerana* H. Borgm.

Lärchennadelwickler.

Falter: H. Borgmann gibt folgende Unterscheidungsmerkmale zwischen *ocellana* und *laricana* an (s. Abb. 290): *Laricana* ist etwas kleiner als *ocellana,* ihre Vorderflügel im ganzen deutlich schmäler und gestreckter. Bei *ocellana* erstreckt sich das helle Mittelfeld der Vorderflügel bis fast an die Flügelspitze, das dunklere Saumfeld ist gegen das vorige meist scharf begrenzt, schräge und gerade abgeschnitten, während bei *laricana* das Mittelfeld überall dunkel gewellt ist, und wenn sich das dunklere Saumfeld überhaupt abhebt, letzteres mehr gleich breit und niemals gerade nach der Flügelspitze abgeschnitten. Bei *ocellana* ist der Spiegel

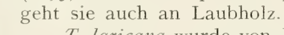
[1]) Spätere Autoren schreiben meist: *lariciana.*

einseitig bleigrau eingefaßt, während bei *laricana* die Bleilinien gänzlich fehlen. Spannweite 14—15 mm.

Raupe schmutzig grau bis graubraun (*ocellana* rötlich braun), runzlig, ziemlich gleich dick (*ocellana* in der Mitte etwas verdickt), mit wenigen einzelnen feinen Haaren besetzt. Kopf, Nackenschild und Afterklappe sowie die Brustbeine schwarz, Nackenschild durch eine helle Linie halbiert. Länge 7 mm.

Puppe rotbraun mit zuerst dunkelgrünen Flügelscheiden. Die Hinterleibsringe mit feinen Borsten besetzt, Kremaster stumpf abgerundet.

Die Hauptfraßpflanze von *laricana* ist die Lärche. Nach Borgmann (1895) ist die Raupe monophag, nach Kennel geht sie auch an Laubholz.



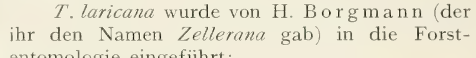


Abb. 290. *Tmetocera laricana* Zll. (Lärchennadelwickler). $2^1/_2 \times$.

T. laricana wurde von H. Borgmann (der ihr den Namen *Zellerana* gab) in die Forstentomologie eingeführt:

Über die Bionomie teilt derselbe folgendes mit: Der Falter fliegt im Juni, die Überwinterung scheint im Eistadium zu geschehen. Die Raupe spinnt die inneren Nadeln in ihrem unteren Teil zur Hälfte bis drei Viertel längs zusammen (Abb. 291 A). Zieht man anfangs Mai die einzelnen Nadeln eines solchen Gespinstes behutsam von oben nach unten herunter, so sieht man zuletzt ein weißgraues, mattglänzendes Seidengewebe, durch welches das Räupchen etwas hindurchscheint (Abb. 291 B). „Zur Nahrung dient dem

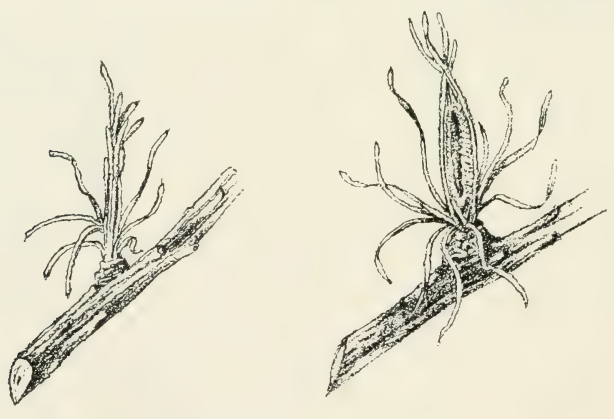


Abb. 291. Fraß von *Tmetocera laricana* Zll. an Lärche. A zusammengesponnene Nadeln, B dieselben auseinandergezogen, Gespinst und Räupchen sichtbar. Nach Borgmann.

Räupchen in erster Linie das Parenchym der Oberseite der zusammengesponnenen Lärchennadeln. Mit dem Heranwachsen wird aber auch die ganze Nadel von der Spitze her durchfressen, so daß oft nur die Mittelrippe und die Nadelränder stehen bleiben. Der Fraß erstreckt sich hauptsächlich auf die innersten Herznadeln, welche bis tief in die Sprosse hinein weg-

gefressen werden, infolgedessen die letztere verödet. Da man öfters auch verlassene Röhren findet, in denen nur wenig Kot vorhanden ist, so ist anzunehmen, daß das Räupchen öfters seine Wohnung verläßt und eine neue anfertigt, sobald ihm die erstere zu klein wird und die innersten Nadeln verzehrt sind. Hierdurch kann der Fraß bei einigermaßen starkem Auftreten der Raupe besonders schädlich werden."

Die Verpuppung geschieht am Fraßort, wo die Puppe aufrecht in dem röhrenförmigen Gespinst steht.

Größere Schäden sind bis jetzt nicht aufgetreten, doch war der Wickler 1891 im Taunus in stärkerer Zunahme begriffen, so daß Borgmann die Praktiker auf ihn aufmerksam machen zu müssen glaubte.

Gattung Epiblema Hb.

Auch die Gattung *Epiblema* Hb. ist hauptsächlich auf einem sekundären Sexualcharakter basiert: Die Vorderflügel des Männchens besitzen an der basalen Hälfte einen Costalumschlag, der verschieden lang und breit sein kann, meist aber breit und bis zur Flügelhälfte reichend ist und einen meist kräftigen Haarpinsel verborgen enthält. Letzterer, der an der Flügelwurzel angewachsen ist, kann ausgebreitet (Abb. 292 B) und hervorgeschnellt werden (was hauptsächlich beim Flug

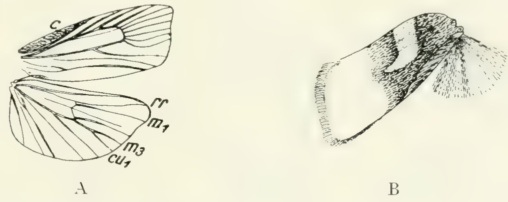


Abb. 292. A Flügel von *Epiblema foenella* L. ♂ (c Costalumschlag), B Vorderflügel von derselben mit ausgebreitetem Haarpinsel. Nach Kennel.

vorzukommen scheint, was aber auch künstlich durch Blasen auf den Flügeln bewirkt werden kann). Wenn der Umschlag schmal ist, kann der Haarpinsel auch fehlen, zwischen den beiden Extremen gibt es zahlreiche Übergänge.

Das Geäder zeigt keine besonderen Merkmale; auf den Hinterflügeln sind Ader m_3 und cu_1 kurz oder länger, mitunter sehr lang gestielt, so daß sie erst in der Nähe des Saumes eine kurze Gabel bilden, sie können auch in ihrer ganzen Länge zusammenfallen. Ader rr und m_1 entspringen ganz nahe beisammen und divergieren erst gegen den Saum hin.

Die Raupen leben größtenteils im Innern von Pflanzenteilen (Wurzeln, Stengeln, Nadeln, Knospen, Früchten usw.). Häufig überwintern die Raupen, erwachsen in ihrer Wohnung oder in einem Gespinst, um sich im nächsten Frühjahr zu verpuppen. Die Falter ruhen mit eng an den Körper gelegten Flügeln.

Die Gattung *Epiblema* enthält zahlreiche Arten (Spuler führt 71 europäische Arten an), nur wenige kommen für uns in Betracht, nämlich:

Epiblema nigricana H. S. (Raupe in Tannenknospen).
— *tetraquetrana* Hw. (= *frutetana* Hb.) (Raupe an Laubholz).
— *penkleriana* F. R. (Raupe an Laubholz).
— *tedella* Cl. (Raupe in Fichtennadeln).
— *proximana* H. S. (Raupe in Tannennadeln).

Epiblema nigricana H. S.

Taf. IV, Fig. 2.

Tannenknospenwickler.

Ratzeburg: *Tortrix nigricana* H. Sch. — Altum: *Grapholitha nigricana* H. Sch. — Nitsche: *Tortrix (Grapholitha, Paedisca) nigricana* H. Sch. — Nüßlin-Rhumbler: *Grapholitha nigricana* H. Sch. — Wolff-Kraußé: *Epiblema nigricana* H. Sch.

Falter (Abb.293) braunköpfig. Vorderflügel dunkel braungrau, das Wurzelfeld ziemlich lang, quer bleigrau gewellt, dahinter ein helleres Band aus zwei schrägen, bleigrau und weißlich gemischten Linien, das von einem Paar feiner Doppelhäkchen am Vorderrande entspringt. Dahinter ein nicht sehr breites Schrägband der dunklen Grundfarbe, das in der Mitte mit einer Ecke saumwärts vortritt. Hier wird es wieder von helleren, bleigrauen Linien begrenzt, die aus dem zweiten und dritten Häkchenpaar des Vorderrandes entspringen und konvergierend nach dem Innenwinkel ziehen. Am Vorderrand zwei weitere Häkchenpaare. Flügelspitze meist ganz von Grundfarbe oder mit einer helleren Linie, die aus dem äußersten Häkchenpaar entspringt. Die Fransen dunkel braungrau mit scharfer, dunkler Teilungslinie. Hinterflügel dunkelgrau mit etwas helleren Fransen. Spannweite 11—13 mm.

Raupe schwarzköpfig mit schwarzem Nackenschilde, auffallend behaart; in der Jugend hellbraun bis rötlich braun. Länge ungefähr 8 mm.



Abb. 293. *Epiblema nigricana* H. S. (Tannenknospenwickler.) $2\frac{1}{2}\times$.

Als Verbreitungsgebiet gibt Kennel an: Mitteleuropa, Schweden, Oberitalien, Dalmatien, Griechenland, Taurus. Die Hauptfraßpflanze ist die Tanne, verschiedene Autoren (Herrich-Schäffer, Hartmann, Heinemann) geben auch Fichte an.

Die Bionomie dieses Tannenwicklers ist hauptsächlich durch Ratzeburg (W. II, 21—24) bekannt geworden; seit dieser Zeit ist nicht viel Neues dazu gekommen.

Danach verläuft die Entwicklung nach der Bioformel:

$$\frac{67 - 7{,}5}{56 + 67}$$

Die Flugzeit fällt in die Monate Juni, Juli. Das Weibchen legt die Eier einzeln an die Knospen junger Tannen, mit Vorliebe an die Gipfeltriebe. Das Räupchen beginnt bald mit seinem Knospenfraß; wenn es eine Knospe ausgefressen hat, wandert es unter dem Schutze einer Gespinstdecke zur Nachbarknospe, die es ebenfalls ausfrißt (Abb. 294). Bis zur Überwinterung, die in der Knospe stattfindet, erreichen die Räupchen etwa ihre halbe Größe. Im Frühjahr wird der Fraß in der gleichen Weise fortgesetzt, der sich nun durch vermehrten Harz- und Kotaustritt auch äußerlich deutlich bemerkbar macht. Zur Verpuppung spinnt sich die Raupe zum Boden herab, eine Verpuppung am Fraßort gehört zu den Ausnahmen.

Befallen werden vornehmlich jüngere 10—30 jährige Tannen, doch liegt auch ein Bericht über Knospenfraß an älteren 50—90 jährigen Tannen vor (Czech, 1880).

Von Ratzeburg, Altum u. a. wird *nigricana* zu den „merklich schädlichen" Tanneninsekten gerechnet. Nach Hochhäuslers Beobachtungen in Schlesien, die der Schilderung Ratzeburgs hauptsächlich zugrunde liegen, kommt der Wickler „durchgängig auf allen Bodenklassen vor

und nimmt gutgeschlossene wie raumbestandene Tannen gleich gern an, am liebsten aber die Altersklassen von 10—30 Jahren." Wenn alle drei Knospen zerstört werden und der Fraß sich mehrere Jahre hintereinander wiederholt, so kann die weitere Verzweigung krüppelhaft werden, indem die Zweige häßliche Krümmungen annehmen und auch der normale Höhenwuchs gefährdet werden kann. Ratzeburg glaubt, daß der *nigricana*-Fraß auch eine der Ursachen für die Entstehung der sogenannten „Leuchterwipfel" ist. Von den 8—10 jährigen Tannen des Eberswalder Forstgartens haben verschiedene eine besenartige Form angenommen. Besonders schädlich kann *nigricana* in Verbindung mit dem Fraß der beiden Tannentriebwickler (*Cac. murinana* Hb. und *Semasia rufimitrana* H. S.) werden, da hier die Erhaltung der Knospen besonders wichtig ist.

Die Erkennung des *nigricana*-Fraßes ist nicht schwierig. Das Nichtaustreiben der Knospen in Verbindung mit deren Aushöhlung, mit Kotkrümeln und weißen Gespinsten geben gute Erkennungsmerkmale ab. Differential-diagnostisch kommt vor allem die „Tannenknospenmotte" (*Argyresthia illuminatella* F. R.) in Betracht, doch geht hier der Fraß von der



Abb. 294. Von der Raupe von *Epiblema nigricana* H. S. ausgefressene Tannenknospen.

Knospe aus noch ziemlich tief in das Ästchen, das auf eine Strecke von 5—7 cm ausgehöhlt wird. Infolgedessen werden auch einige Nadeln unter der Endknospe gelb und fallen schließlich ab (siehe oben, S. 165). Auch *Dioryctria abietella* Schiff., die ebenfalls, allerdings nur ausnahmsweise, in den Knospen der Tannentriebe vorkommt, frißt den Trieb abwärts weithin aus und greift außerdem die Basis der Knospen oder vielmehr die Spitze des Triebes von außen her an (siehe S. 444). Endlich verwechsle man nicht aus anderen Ursachen ausgetrocknete Knospen mit *nigricana*-Fraß; die nähere Untersuchung der Knospen gibt hier ohne weiteres Aufschluß.

Eine wirksame Bekämpfung ist nicht durchzuführen, sie wird aber kaum nötig werden.

Epiblema tetraquetrana Hw.

Taf. IV, Fig. 3.

Syn. *frutetana* Hb. (bei Ratzeburg).

Birkengallenwickler.

Falter: Kopf und Thorax graugelb. Vorderflügel gelbbraun, dunkelbraun gewellt, mit hellgrauer, gegen den Vorderrand undeutlicher Mittelbinde und einem

schwarzen Fleck vor dem mit dicken Bleilinien umzogenen Spiegel. Hinterflügel hellgrau mit weißlichen Fransen. Spannweite 15—16 mm.

Raupe grünlichgelb bis hellgrün, die Wärzchen grau bis schwärzlich, Kopf- und Nackenschild gelbbraun.

Die Bionomie dieses Wicklers ist vor allem von Baer (1910) klargestellt worden:

„Der Falter fliegt im wesentlichen im Juni. Das kleine Räupchen findet man von August ab in einer zunächst noch kleinen Zweiganschwellung, die sich wohl ausnahmslos am Grund eines Seitensprosses befindet, und zwar ebensowohl an Birke wie an Schwarz- und Weißerle. Später wird die Gallenbildung auffälliger und erscheint als ein bald mehr kugeliger, bald mehr eiförmiger Zweigknoten von etwa 1 cm Länge, selten aber ebensoviel Breite. Im Innern derselben befindet sich ein mit Gespinst ausgekleideter Markröhrenkanal, der das Räupchen enthält. Der Fraßkanal erstreckt sich spitzenwärts noch über die Ansatzstelle des Seitenzweiges hinaus und mündet hier im Astwinkel nach außen, wo ihm gewöhnlich versponnene Kotkrümel vorgelagert sind. Ihre volle Reife erlangt die Raupe indessen nicht in der Galle, sondern die Raupe geht später im Herbst noch zu einem Fraß an den Blättern über. Hier lebt sie unter einem umgeschlagenen Blattrand oder in einer Blattrolle und frißt ähnlich skelettierend wie *Acalla ferrugana* Tr., bis sie wohl schließlich mit dem Blatt abfällt, um im Boden ihre Weiterverwandlung zu bestehen."



Abb. 295. *Epiblema tetraquetrana* Hw. (Birkengallenwickler). $2^1/_2$ ×.

Die Zweiganschwellungen an Birken usw. waren den Entomologen schon lange bekannt; so hat Rübsaamen in den Heubergen des Siegner Landes an Birken Zweiganschwellungen an den Astgabeln gefunden, in deren Markröhren im Sommer eine graugrüne Raupe war. Bei Zimmerzuchten kamen die Raupen heraus und nährten sich noch eine Zeitlang von den Blättern, zwischen denen sie in dichtem Gespinst saßen, hier fand auch die Verpuppung statt. Der auskommende Schmetterling wurde fälschlicherweise als *Ac. ferrugana* Tr. bestimmt (s. Nitsche, S. 1059). Auch v. Schlechtendal und Kieffer erwähnen die Galle, ersterer nennt die Eiche als Wirtspflanze, was aber wohl auf einem Versehen beruht.

Als Folge des Fraßes bzw. der Gallbildung stirbt „zwar selten der Hauptzweig, oft aber der von der Galle ausgehende Nebenzweig ab" (v. Schlechtendal, 1891). Die *tetraquetrana*-Gallen sind stellenweise „so häufig und verunstalten oft derartig die Bäume, daß man sich wundern muß, daß sie den Forstentomologen nicht eher aufgefallen sind" (Baer).

Eine Bekämpfung kommt nicht in Frage.

Epiblema penkleriana F. R.

Taf. IV, Fig. 4.

Syn. *mitterpacheriana* Tr. (bei Ratzeburg).

Haselnußwickler.

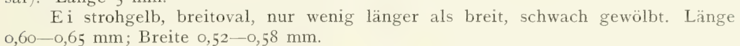
Falter: Vorderflügel rostgelb bis rostbraun. Ein dunkles Wurzelfeld meist deutlich stumpfwinklig abgeschnitten. Darauf folgt eine ebenso gebrochene helle Querbinde, die sich am Dorsum zu einem viereckigen weißen Fleck erweitert. Spiegel breit, von deutlichen Bleilinien eingefaßt. Am Vorderrand (Costa) von der Spitze bis zur Mitte 5 feine, scharfe, weiße Häkchenpaare, aus dem 4. und 5. ziehen

die Bleilinien gegen den Spiegel, aus dem 2. und 3. zwei sich vereinigende unter den Augenpunkt. Fransen gelbbraun bis rötlichbraun, mit scharfer Teilungslinie. Hinterflügel graubraun bis reiner braun, wurzelwärts heller, Fransen blasser, mit brauner Teilungslinie. Variiert stark in Färbung und Zeichnung: es kommen auch Stücke vor, deren Vorderflügel fast einfarbig rostgelb sind, als Zeichnung nur die Einfassung des Spiegels und die Vorderrandhäkchen haben. Spannweite 14—15 mm.

Raupe blaß gräulich, mit dunklen Wärzchen (nur auf dem 1. Segment deutlich), Kopf braun, Nackenschild schmal, heller und dunkler braun, hinten mit 2 schwarzen Punkten.

Puppe mehr oder weniger dunkel gelbbraun, mit schwarzen Dornen. Hinterende breit abgestutzt, mit 6 hakenförmig gekrümmten Borsten (4 ventral, 2 dorsal). Länge 5 mm.

Abb. 296. *Epiblema penkleriana* F. R. (Haselnußwickler). 2×.



Ei strohgelb, breitoval, nur wenig länger als breit, schwach gewölbt. Länge 0,60—0,65 mm; Breite 0,52—0,58 mm.

Geographische Verbreitung: Mittel- und Nordeuropa, Nordspanien, Piemont, Mittel- und Süditalien, Dalmatien, Kaukasus.

Fraßpflanzen: *Alnus, Betula, Corylus* und *Ulmus.*

Nähere Angaben über die Bionomie verdanken wir Silvestri (1922), der eingehende Beobachtungen in Italien über das Vorkommen an Haselnuß angestellt hat:

Danach erscheinen die ersten Falter im Mai[1]), im Juni wurden die ersten Pärchen in Kopula gesehen. Die Weibchen leben durchschnittlich ca. 5—6 Monate, die Männchen nur 2—3 Monate. Die Eier reifen sehr langsam heran: im August sind sie noch sehr klein (ca. 0,26 mm), und erst im September, also vier Monate nach dem Schlüpfen, erreichen sie ihre normale Größe. Die Eiablage setzt etwa Mitte September ein und zieht sich bis Mitte Oktober hin. Die Eier werden einzeln oder zu zweien oder dreien auf die Knospen gelegt.

Die Raupen schlüpfen nach vier Wochen und dringen in die Blattknospen ein, die sie ausfressen. Wenn sie eine ausgefressen haben, gehen sie in eine andere oder auch in eine weibliche Blüte. Die Verpuppung findet in weißem Gespinst in der Umgebung der Knospen oder im Boden statt. Die Puppenruhe dauert ca. vier Wochen.

Der Schaden, den die Raupe durch ihren Fraß an Haselnuß verursacht, kann recht empfindlich werden, wie Silvestri verschiedentlich in Italien beobachtete.

Epiblema tedella Cl.

Taf. IV, Fig. 5.

Fichtennestwickler, Hohlnadelwickler.

Syn.: *taedella* L., *comitana* Schiff., (Heinemann!), *piceana* Hb., *hercyniana* Froel., *hyrciniana* Willk., *pinetana* Hb. (bei Bechstein).

Ratzeburg: *Tortrix (Coccyx) hercyniana* Usl. — Altum: *Grapholitha comitana* W. V. *(Tortrix hercyniana* Rtzb.) — Nitsche: *Tortrix tedella* Cl. — Nüßlin-Rhumbler: *Grapholitha (Epiblema) tedella* Clerck. — Wolff-Krauße: *Epiblema tedella* Clerck.

Falter: Vorderflügel dunkelbraun mit silberweißen, mehr oder weniger in unregelmäßigen Querbändern zusammengeflossenen Querlinien: meist nahe der

[1]) Die hier angegebenen Entwicklungsdaten beziehen sich auf Süditalien.

Wurzel eine weiße, oft fein geteilte breitere Linie etwas geschwungen quer durch den Flügel, vor der halben Länge eine zweite breite, in der Mitte saumwärts vorspringende, noch einmal fein geteilte Mittelbinde, eine aus einem Häkchenpaar hinter der Mitte des Vorderrandes entspringende, dem Innenwinkel zulaufende Schrägbinde und ein vor der Flügelspitze stehendes Häkchenpaar, das eine Art Dreiecksfleck darstellt. Die hellgrauen, einmal oder zweimal durchbrochenen Fransen mit dunkler Teilungslinie. Hinterflügel ziemlich schmal und spitz, graubräunlich mit weißen Fransen, Spannweite 13—14 mm (Abb. 297).



Abb. 297. *Epiblema tedella* Cl. (Fichtennestwickler). 3×.

Raupe licht gelbbraun mit 2 braunroten Rückenstreifen oder auch grünlich mit helleren oder schmutzigeren Linien. Kopf, Nackenschild und Brustfüße braunschwarz. Afterklappe wolkig, schwarzgrau verlaufend. Bis 9 mm lang.

Puppe (Abb. 298 B) ca. 6 mm lang, dunkelbraun (Abdomen etwas heller), mit „dornigem Afterwulst"; ♀ Fühler kürzer als beim ♂ (Ratzeburg).

Die Eier messen in der Länge 0,56—0,70 mm, in der Breite 0,48—0,50 mm. Sie sind zuerst perlmutterglänzend, später fleischrot.

Die geographische Verbreitung erstreckt sich über ganz Mittel- und Südeuropa bis nach Südfrankreich und Piemont sowie Südostrußland. Sowohl in der Ebene wie im Gebirge, in den Alpen bis 1800 m.

Die Hauptfraßpflanze ist die Fichte, doch geben manche Autoren auch die Tanne an (Nördlinger, L. F. 52, Henry, 1892, Keller u. a.). Nitsche glaubte zunächst, daß die Mitteilungen über das Vorkommen auf Tannen auf Verwechslungen mit *Ep. proximana* H. S. beruhten, gab aber später (ebenda S. 1352) diese Annahme wieder auf. Wolff-Krauße nennen als Fraßpflanzen von *tedella* außer Tanne und Fichte auch noch Kiefer und Wacholder. Nach Altum wurde im Eberswalder Forstgarten auch die Schimmelfichte (*Picea alba* Link.) befallen, und Jentsch (1899) berichtet von einem ziemlich starken *tedella*-Fraß an der Sitkafichte (*Picea sitchensis* Traut. et Meyer) bei Hann.-Münden[1]).

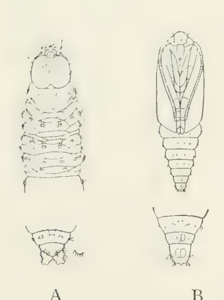


Abb. 298. A Raupe (Vorderteil und Analsegment). B Puppe (♀) von *Ep. tedella* Cl. Nach Ratzeburg.

Bionomie.

Da *tedella* ein weitverbreitetes und überall vorkommendes Insekt ist, das nicht selten auch zu Massenvermehrung gelangt und auffallende Erscheinungen verursacht, so liegen in der forstlichen und forstentomologischen Literatur eine Reihe von Mitteilungen über seine Bionomie vor:

---

[1]) Der bekannte Mikrolepidopterologe K. T. Schütze hat, wie er mir brieflich mitteilte, *tedella* stets nur an Fichte gefunden und vermutet (wie früher auch Nitsche), daß bei den Angaben über das Vorkommen auf Tanne Verwechslungen mit *Epiblema proximana* H. S. vorliegen, die ausschließlich auf Tanne vorkommt und die der *tedella* so nahe steht, daß sie von manchen als Var. von dieser gehalten wurde.

Ratzeburg widmet dem Fichtennestwickler eine eingehende Schilderung (F. 220 bis 223), die später mehrfach ergänzt wurde, vor allem durch Dolles (1893), Baer (1903), Trägårdh (1915) u. a.

Die Entwicklung vollzieht sich nach der Bioformel

$$\frac{6-6, 4}{5-6}$$

Die Hauptflugzeit fällt in die Monate Juni und Juli, doch kann der Beginn schon in den Mai fallen und das Ende sich bis in den August fortsetzen, die Höhenlage und die klimatischen Verhältnisse wirken sich dabei merklich aus[1]).

Die Falter sitzen tagsüber mit dachförmig gefalteten Flügeln im Geäste der Fichten, vor allem der Randbäume. Ein leises Berühren der Zweige genügt aber, um die Tiere aufzuscheuchen und (bei Gradationen) „ganze Wolken derselben rege zu machen", gewöhnlich fallen aber die so aufgescheuchten Tiere in nächster Nähe wieder ein. Baer teilt eine Beobachtung mit, wonach die kleinen Wickler besonders die mit der Fichtenquirlschildlaus (*Lecanium hemicryphum* Dalm.) besetzten Stellen aufsuchten, um dort die zuckerreichen Ausscheidungen der Läuse aufzusaugen. Auch Keller (1885) glaubt einen gewissen Zusammenhang zwischen *Lecanium*-Befall und *tedella*-Vorkommen annehmen zu dürfen: „Der Wickler scheint," schreibt er, „mit einer gewissen Vorliebe seine Eier an die von *Chermes* und Schildläusen befallenen Fichten abzulegen"[2]).



Abb. 299. Fichtennadeln mit je 1 Ei von *Epiblema tedella* Cl. belegt. Nach Baer.

Die Eiablage findet meist auf der Oberseite der Nadeln statt, und zwar wird gewöhnlich die einzelne Nadel mit nur 1 Ei belegt (Abb. 299), seltener mit 2—3, in letzterem Fall liegen sie nicht nahe beisammen, sondern stets durch größere Zwischenräume getrennt. Die Eiproduktion scheint eine geringe zu sein, nach v. Berg (1834) legt ein Weibchen nur 18—25 Eier.

Nach 14 Tagen schlüpfen die Räupchen aus, die „vor Beginn des Fraßes eine Zeitlang sich in aalartigen Windungen um die Nadel bewegen". Sie sind Minierer und bringen den größten Teil ihres Lebens in den Nadeln zu. Jedes Räupchen „sichert sich an den Zweigen einen begrenzten Rayon, selten finden sich mehrere Räupchen im engen Raum beisammen". Unweit

---

[1]) Bemerkenswert ist die Beobachtung von Dolles (1893), wonach bei mehrjähriger Dauer die Flugzeit sukzessive sich gegen das Frühjahr zu verschoben hat: 1890 fiel dieselbe (bei 500 m Meereshöhe) in den Anfang des Monats Juli, 1891 in die zweite Hälfte des Monats Juni und 1892 mehr um die Mitte dieses Monats, ja einige Falter waren in diesem Jahr bereits am 10. Mai zu sehen.

[2]) Keller führt *tedella* unter den Feinden von *Lecanium* auf: durch Aushöhlen der Nadeln durch *tedella* „wird den *Lecanium*-Larven die Nahrung entzogen und sie gehen zugrunde".



Abb. 300. Fichtenzweig mit zahlreichen Nadelnestern von *Epiblema tedella* Cl.

am Grunde der Nadel bohrt sie sich durch eine länglich runde Öffnung in dieselbe ein und höhlt sie bis zur Spitze aus, so daß nur ihre äußere Hülle übrig bleibt. Meist verläßt die Raupe die ausgehöhlte Nadel durch das Einbohrloch, doch zuweilen frißt sich die Raupe durch ein zweites Loch an der Spitze der Nadel nach außen. Teilweise bohrt sich das Räupchen auch in der Mitte oder nahe der Mitte der Nadel ein. Die Raupen wachsen anfänglich nur sehr langsam, weshalb auch der Fraß in dieser Zeit kaum zu bemerken ist und sich nur auf wenige Nadeln beschränkt. Später wird das Nahrungsbedürfnis größer, so daß die Zahl der ausgehöhlten Nadeln rasch wächst und die Fraßerscheinungen auffällig werden[1]. Sind die Raupen beinahe ausgewachsen, so kriechen sie nicht mehr mit dem ganzen Körper, sondern nur noch mit dem Vorderteil hinein oder sie weiden die Nadel von außen her ab (Lüstner, 1926). „Indem sie zugleich eine Menge unregelmäßig sich kreuzender Fäden spinnen, in welchen die bald trocknenden und vom Winde abgeworfenen Nadeln hängen bleiben, ebenso wie der während des Fraßes ausgestoßene Kot, so bilden sich größere oder kleinere Klumpen an den Bäumen, in welchen Nadeln, Kot und Gespinst verworren durcheinandersitzen (Abb. 300) und an der braunen und weißlichen Farbe schon den Fraß von weitem verraten" (Ratzeburg)[2]. Die Zahl der Nadeln, die in einem Nest versponnen sind, beträgt gewöhnlich 12—16.

[1]) Die Nestchen, oder wenigstens Teile von ihnen, bleiben oft noch jahrelang am Zweig haften, wobei die Nadeln allmählich ein schmutziggelbes Aussehen erlangen. Neue Nester unterscheiden sich von solchen durch die Frische der weiß und grün gescheckten Nadeln.

[2]) Baer (1903) berichtet auch von einer gelegentlichen Schleierbildung. „Im Oktober kam bei einem Fraß in Sachsen noch eine auffallende Erscheinung hinzu, die anderwärts in den gleichen Fällen weniger hervorgetreten zu sein scheint.

Im Oktober, teilweise schon im September, sind die Raupen ausgewachsen; sie verbleiben noch eine Zeitlang in den Nestern, um sich dann zum Boden abzuspinnen. Nach Dolles fand das Abspinnen am häufigsten von Ende Oktober bis Ende November statt, aber auch im Dezember bei sehr starker Kälte und dem Vorhandensein einer Schneedecke, in einem Fall auch noch am 10. Januar an einem sonnenklaren Wintertag bei grimmiger Kälte, wurden abspinnende Räupchen wahrgenommen[1]). Nach Baers Angaben, die im wesentlichen hiermit übereinstimmen, wurde das Abspinnen sogar noch im Februar und März bemerkt. Nach Keller (1885) findet in der Schweiz die Überwinterung der Wicklerraupe stets im Nadelwerk der Fichte statt. „Zu Anfang April erkennt man überall zwischen den zusammengesponnenen Nadeln frische Exkremente und zahlreiche Räupchen, welche um die Mitte April von den Bäumen herabsteigen."

Die im Herbst und Winter in den Boden gelangten Raupen überwintern als solche unter oder auch in der Bodendecke. Die Verpuppung findet hier im April (mitunter auch erst im Mai) statt, und zwar ohne jegliches Gespinst. Die Puppenruhe dauert 5—6 Wochen, so daß also eine einjährige Generation vorliegt.

Epidemiologie, forstliche Bedeutung, Bekämpfung.

Aus den vielen Berichten, die über *tedella*-Gradationen in der forst-



Abb. 301. Junge Fichte, zum größten Teil von *Epibl. tedella* Cl. kahlgefressen.

In den stärker befressenen Kulturen und angehenden Dickungen zeigten sich nämlich plötzlich zahlreiche Stämmchen mit dichten Gespinstschleiern, die in den Wipfeln gardinenartig von Quirl zu Quirl herabhingen, mehr oder weniger vollständig bedeckt." Der Schleierbildung war naßkaltes Wetter vorhergegangen, so daß man in den Schleiern Schutz gegen die Witterungsunbilden erblicken zu können glaubte.

[1]) Nach Ilse (1926) wurden im Winter 1925 im Südharz bei 2 Grad Kälte und Schneetreiben (nach vorhergegangenem sehr kaltem November) zahlreiche Raupen beobachtet, die teils auf den Schnee herabgeschleudert waren, teils sich an Fäden von den Kronen herabspannen, ohne daß ihnen der Frost etwas schadete.

lichen Literatur vorliegen, unter denen ich den von Baer (1903) als besonders wertvoll hervorheben möchte, geht hervor, daß die „wärmeren Süd- und Südwesthänge, überhaupt die geschützteren Hänge, namentlich Talzüge, Mulden und windstille Einsenkungen" zur Eiablage besonders bevorzugt werden, ebenso Bestände, die auf ärmeren Böden stocken, ferner rauchbeschädigte und ebenso die unter Druck aufgewachsenen kümmerlichen Fichten. Dabei scheinen gebirgige Gegenden bevorzugt zu werden, wenn auch die Grenzen seiner vertikalen Verbreitung, wie oben angegeben, sehr weit auseinanderliegen. Bezüglich des Alters stimmen die meisten Angaben darin überein, daß Bestände im Alter von 10—30 Jahren, also Dickungen und Stangenhölzer am anfälligsten sind. Doch wird kein Alter ganz verschont, werden doch einerseits selbst 3 jährige Pflanzen befressen (Anonymus, 1892), andererseits auch Altholz heimgesucht und auch Fichtenhecken befallen. An jungen Pflanzen werden die Gipfeltriebe bevorzugt, an älterem Stangenholz die unteren und äußeren Zweige. Bei dem großen sächsischen Fraß (1897—99) hatten „lichte Bestände stets am meisten zu leiden, je besser die Bestände geschlossen waren, um so weniger wurden sie angegriffen. Sehr gut geschlossene Orte wurden zuweilen inmitten verheerenden Fraßes vollständig verschont." Ähnliches berichtete Dolles (1893) und Sproßmann (1926). Jedenfalls werden die Ränder, soweit sie dem Luftzug nicht sehr ausgesetzt sind, gewöhnlich zuerst am meisten befallen. Von Berg (1834) berichtet im Gegensatz hierzu, daß gerade die nicht durchforsteten Orte deutlich mehr zu leiden hatten als die durchforsteten. „Ganz dasselbe beobachtete der aufmerksame Förtsch, der die Raupen am häufigsten in den geschlossensten Beständen auf gutem Boden, wo es etwas feucht und dumpfig war, antraf" (Ratzeburg). Wo Fichte mit Tanne gemischt stehen, wird gewöhnlich die erstere bevorzugt, wenn auch in einzelnen Fällen die Tanne ebenso stark oder sogar noch stärker befallen wurde als die Fichte (Henry)[1]. Bei starker Massenvermehrung fallen die meisten der hier angeführten Unterschiede fort, und der Fraß erstreckt sich dann mehr oder weniger gleich über alle Revierteile.

Die Dauer einer *tedella*-Gradation ist regelmäßig nur kurz, im dritten, mitunter schon im zweiten, spätestens aber im vierten Jahr bricht sie von selbst zusammen.

Der erste in der Forstliteratur genannte große Fraß, der sich über alle Fichtenreviere des Harzes erstreckte, dauerte zwei Jahre, 1795—1796 (v. Uslar, 1798). Eine weitere starke Gradation trat wiederum im Harz (Andreasberg) im Jahre 1831 auf (an „jungen rauchgeschädigten Fichtenkulturen"), 1832 zeigten sich die Raupen noch ebenso tätig, desgleichen 1833. „Mit dem Jahre 1834 aber war das Insekt ohne weiteres menschliches Zutun fast spurlos verschwunden" (Beling, 1865). Auch die später folgende Massenvermehrung (Clausthal und Lautenthal in 50—60-jährigen Beständen) war nur von kurzer Dauer: 1845—46. Ebenso erstreckte sich die Gradation im Braunschweigischen nur über 2 Jahre (Beling, 1865). Der von Dolles (1893) beschriebene Fraß in Wondreb (Oberpfalz, Bayern) dauerte von 1890—92. Bei der großen sächsischen Gradation, die sich über 95 Forstreviere ausbreitete, trat der Fraß nirgends 2 Jahre hintereinander in gleicher Stärke auf (Baer).

Über die äußeren Faktoren, die die Gradation begünstigen, wissen wir noch sehr wenig. Es wird sich empfehlen, bei künftigen Gradationen

[1] Bezüglich des Vorkommens auf Tanne siehe oben S. 346 Anm.

auf die klimatischen Verhältnisse in den Sommer- und Herbstmonaten (Flugzeit und Zeit der Raupenentwicklung) zu achten. Jentsch (1899) meint, daß langdauernder Herbst und danach ein milder Winter günstig auf die Entwicklung des Insekts wirken, wie umgekehrt, nasser Herbst, zeitiger Kälteeintritt und strenger Winter ihm verderblich werden. Nach dem, was wir oben über das Abspinnen der Raupen bei grimmiger Kälte gehört haben, scheinen aber die Raupen sehr widerstandsfähig gegen Kälte zu sein.

Über die Art der Ausbreitung finden sich verschiedentliche Angaben, wonach der Fraß an den Rändern oder in geschützten Lagen begonnen und von da sich ins Innere ausgebreitet hatte. Eine sehr interessante Schilderung über die allmähliche Ausdehnung der großen sächsischen Kalamität gibt Baer; danach ist die Gradation im Osten und Norden von Sachsen zuerst bemerkt worden, von da ist sie nach dem Süden und Westen „gewandert".

„Seinen Anfang hat der Fraß offenbar in den tieferen Lagen des Ostens und Nordens von Sachsen genommen und sich von da erst über den höher gelegenen Süden und Westen des Landes verbreitet. Denn auf den im Osten gelegenen Revieren Rohrsdorf und Fischbach war der Höhepunkt des Fraßes 1897, als er sich anderwärts fühlbar machte, bereits vorüber. Für den Bezirk Grimma, den Tharandter Wald, Hohenstein und Königstein in der Sächsischen Schweiz war 1897 das Hauptfraßjahr und 1898 bereits ein merklicher Rückgang zu verspüren, Hohenstein und Königstein erlebten zwar 1898 noch einen starken Falterflug, aber keinen erheblichen Fraß mehr. Sämtliche übrigen Reviere, also die meisten der Sächsischen Schweiz, diejenigen des Erzgebirges, des Zellwaldes, des Forstbezirks Zschopau und die im Westen gelegenen, Pansa, Langenbernsdorf und Neudeck, wurden jedoch überhaupt erst 1898 ernstlicher bedroht."

Wodurch die rasche Krisis der Gradation eingeleitet wird, darüber wissen wir noch sehr wenig. Es ist hier die Mitteilung von Dolles anzuführen, daß durch wolkenbruchartige Gewitterregen während der Hauptflugzeit „die Wirkung des Insekts stark dezimiert wurde". „Doch scheinen an der Dezimierung noch andere auf die Raupen wirkende Einflüsse beteiligt gewesen zu sein, da sich bereits Ende August, also lange bevor das Abspinnen begonnen hatte, sich viele leere Raupennester fanden. Es müssen daher eine Anzahl Räupchen bereits in ihren Fraßstätten zugrunde gegangen sein."

Bei der sächsischen Kalamität wurde eine unter den Räupchen verheerend wirkende Mykose beobachtet. Im November wurden sowohl an der Unterseite der Zweige sowie am und im Boden zahlreiche weiße Klümpchen gefunden, die, aus der Ferne und oberflächlich betrachtet, das Aussehen von Vogelkot hatten, bei näherem Zusehen sich aber als schwammige Gebilde erwiesen, die sämtlich ein winziges schwarzes Fleckchen, die fest chitinisierte Kopfkapsel einer kleinen Raupe, zeigten. Stellenweise waren die Klümpchen so häufig, daß der Waldboden wie mit Kalk bespritzt aussah. Es handelte sich um verpilzte *tedella*-Räupchen, die der Infektion von *Entomophthora radicans* Br. zum Opfer gefallen waren. Die Mykose wurde in fast allen befallenen Revieren Sachsens festgestellt.

Die Hoffnungen aber, daß dadurch die Kalamität mit einem Schlage beendet würde, haben sich nicht erfüllt. Ja, es trat im folgenden Jahre stellenweise eher noch ein stärkeres Schwärmen ein als zuvor, so daß man sich auf eine ungeschwächte Wiederholung des Fraßes gefaßt machen mußte. Diese Befürchtungen traten aber nicht ein, auf das starke Schwärmen

folgte nur ein ganz unbedeutender und in keinem Verhältnis zu diesem stehender Fraß. Der Zusammenbruch muß also hier durch andere Faktoren herbeigeführt worden sein, man kann an starke Reduktion der Eiproduktion denken, oder an eine starke Mortalität der Eier oder Jungraupen. — Über die Rolle der tierischen Feinde (Parasiten usw.) bei der Beendigung von *tedella*-Gradationen liegen noch keine Beobachtungen vor[1]).

Bei der Beurteilung der forstlichen Bedeutung ist vor allem zu berücksichtigen, daß der Fraß sehr spät im Jahre stattfindet, wenn die Kambialtätigkeit des Baumes bereits ihrem Ende naht und daß ferner die Knospen verschont bleiben[2]). Nehmen wir zu diesem günstigen Moment noch die kurze Dauer der Gradationen und endlich den Umstand, daß einmal kahlgefressene Bäume nur ungern zum zweitenmal angenommen werden (Baer, 1903, Sartorius, 1926), so verstehen wir, daß trotz des trostlosen Aussehens, das die kahlgefressenen Bäume und Bestände im Herbst zeigen können, ein Absterben ganzer Bestände bis jetzt noch nirgends beobachtet worden ist. Mögen auch einzelne unterdrückte Stämmchen bei wiederholtem Fraß zugrunde gehen (s. Abb. 301), so fällt dies wirtschaftlich im allgemeinen kaum ins Gewicht.

Wirtschaftlich fühlbar und berechenbar wird bei *tedella*-Fraß stets nur der Zuwachsverlust sein. Baer teilt einige vergleichsweise Messungen des Höhenzuwachses in 12—16 jährigen Kulturen mit. Danach fand im Fraßjahr, wie nicht anders zu erwarten war, nirgends eine auffallende Verminderung desselben gegenüber dem Vorjahr statt, wohl aber in dem Nachjahr an ziemlich kahlgefressenen Orten eine solche bis zu 54% vom Zuwachs des Vorjahres. Nach v. Uslar „trieben die Fichten nach dem großen Fraß im Harz (1796) sehr spät und langsam, die Vegetation war ungeachtet eines sehr fruchtbaren Sommers gering, die Jahresschüsse kurz, und der Wald erhielt nicht das fröhliche, üppige Aussehen des blühenden Wachstums, eine Folge der vorangegangenen Entnadelung".

Bedenklicher wird die Lage, wenn in Begleitung von *tedella*, was nicht selten vorkommt, andere Schädlinge auftreten, wie vor allem *pactolana* und *glabratella* oder *certella* (Beling, 1864, Baer, 1903).

Nach Baer sind beim sächsischen Fraß ernste Beschädigungen nur da vorgekommen, wo „alle 3 Genossen zusammen gewirkt haben". Namentlich, wo sich abgestorbene Wipfel in den Kulturen und Dickungen zeigten, ergab die nähere Besichtigung stets, daß hier *pactolana* die saftleitenden Rindenschichten vollständig zerstört hatte. Auch der Prozentsatz, der durch *glabratella* und *certella* vernichteten Knospen war in den am schlimmsten aussehenden Orten ein so hoher, daß ihre Mitwirkung nicht niedrig veranschlagt werden durfte. Es standen daher einige Ausbesserungen in Kulturen allenthalben in den Folgejahren zu erwarten, namentlich auf der 1,15 ha großen kahlgefressenen Fläche des Sosaer Revieres und auf dem Lengefelder Reviere, wo man 1899 mehrere Hunderte eingegangener Stämmchen zählte. Am ärgsten war die Verwüstung im Georgswalde zu Thum, wo sich die Ober-

[1]) Die Zahl der Schlupfwespen ist verhältnismäßig gering. Tachinen sind überhaupt keine aus *tedella* bekannt. — Nach Sproßmann (1926) scheint das Schwarzwild sich an der Vernichtung der im Boden befindlichen Raupen und Puppen wesentlich zu beteiligen; bei der letzten *tedella*-Vermehrung im Harz (1924—1926) haben die Sauen in den Hauptfraßbeständen, zumal am Rand, stark gebrochen.

[2]) Sproßmann (1926) berichtet allerdings, daß die Endknospe des befressenen Zweiges häufig abtrocknet". Wahrscheinlich handelt es sich hierbei um gleichzeitigen Fraß von *Arg. certella* Zll. oder *glabratella* Zll. (siehe oben S. 166).



Tortriciden ⟨Wickler⟩ III v. Kennel del.

1 Tmetocera laricana *Zll.* ♀. 2 Epiblema nigricana *H. S.* ♀. 3 E. tetraquetrana *Hw.* ♀. 4 E. penkleriana *F. R.* ♂. 5 E. tedella *Cl.* ♀. 6 E. proximana *H. S.* ♀. 7 Laspeyresia (Carpocapsa) splendana *Hb.* ♀. 8 L. grossana *Hb.* ♀. 9 L. amplana *Hb.* ♀. 10 L. zebeana *Rtzb.* ♂. 11 L. pactolana *Zll.* ♀. 12 L. duplicana *Ztt.* ♀. 13 L. coniferana *Rtzb.* ♀. 14 L. cosmophorana *Tr.* ♀. 15 L. corollana *Hb.* ♀. 16 L. strobilella *L.* ♀. 17 Pammene fimbriana *Hw.* ♀. Vergr. 2½mal.

forstmeisterei zu Ende des Jahres 1899 dazu entschließen mußte, den baldigen Abtrieb der zusammen 2 ha haltenden, kahlgefressenen 15 jährigen Kulturen vorzuschlagen. Sonst aber kam es nirgends bis zu einem derartigen Vorgehen."

Die Diagnose des *tedella*-Fraßes ist nicht schwer: Die „Nester", die aus 10—16 mit einem Loche versehenen ausgehöhlten, zuerst weißen, dann braunen Nadeln bestehen und auch Kot enthalten, sind ein untrügliches Kennzeichen. Bei starkem Fraß verdichten sich diese Nester zu einem auffallenden, weithin sichtbaren Bild, indem dann im Spätherbst „ganze Waldmäntel wie verbrannt aussehen" (Baer).

Differentialdiagnostisch kommt vor allem der Fraß von *Asthenia pygmaeana* Hb. in Betracht und sodann auch *Semasia nanana* Tr. Über die Unterscheidungsmerkmale ist oben bei *A. pygmaeana* Hb. Näheres angeführt (S. 337).

Eine Bekämpfung läßt sich schwer durchführen und würde sich nach dem Ablauf der Gradation und den verhältnismäßig geringen Folgen des Fraßes wirtschaftlich kaum rechtfertigen lassen. Die Versuche einer künstlichen Verbreitung der Entomophthoramykose, die auf Veranlassung Nitsches in Sachsen ausgeführt wurden, zeigten gar keinen Erfolg (Baer). Ebenso erfolglos waren die anderen Mittel, die da und dort angewandt wurden, wie Ausschneiden und Verbrennen der befallenen Zweige, Durchtränken des Bodens mit Kalkmilch, Abfangen der Falter in Lichtfallen usw. Vielleicht ließe sich am ehesten mit Arsenverstäubung mittels Hand- und Motorverstäuber ein Erfolg erzielen. Doch würde sich nur in besonders dringlichen Fällen diese Methode empfehlen.

Epiblema proximana H. S.

Taf. IV, Fig. 6.

Falter von der vorigen Art *(tedella)* „kaum zu unterscheiden" (Spuler), von manchen Autoren als Var. von *tedella* betrachtet. Vorderflügel ockergelb, im Mittel- und Saumfeld mehr oder weniger schwarz bepudert. Wurzelfeld gegen den Rand hin schwarz quergewellt, darauf folgt eine schmale weiße, fein schwarz geteilte Querbinde, die dann kommende Querbinde ist breit, fein schwarz gemischt, dann folgt wieder eine schmale, zusammenhängende weiße Querbinde, hierauf zwei weiße, feine, dunkel geteilte Costalhäkchen vor dem Apex. Die Fransen haben eine starke, schwarze Teilungslinie, sind hinter dieser fein hell, im übrigen dunkelgrau. Hinterflügel graubräunlich, nach außen etwas dunkler, Fransen blasser bräunlichgrau mit dunklerer Teilungslinie. Spannweite 12—13 mm.

Raupe einfarbig blaßgrün (im Gegensatz zu *tedella)*, Kopf hellbraun, Nackenschild klein, bräunlich.

Der in Mitteleuropa (und auch in Griechenland) vorkommende Wickler scheint ein ausschließliches Tanneninsekt zu sein. Nach Wood lebt die Raupe wie *tedella* in den Nadeln der Tanne[1]), und da auch die Entwicklung der *proximana* zeitlich annähernd mit der von *tedella* übereinstimmt (Flugzeit von *proximana* Ende Mai bis Juli, Raupenfraß August bis Ende Oktober), so sind Verwechslungen der beiden naheliegend. Ob allerdings die anfänglich von Nitsche vertretene Meinung, daß die Angaben über das Vor-



Abb. 302. *Epiblema proximana* H. S. 2×.

[1]) Bei Kennel heißt es: zwischen den Nadeln, und bei Spuler: an den Nadeln.

kommen der *tedella* an Tanne samt und sonders auf *proximana* zu beziehen sind, mag dahingestellt bleiben. Die Frage verdient weiter studiert zu werden, wobei vor allem auf die Unterschiede der Raupenzeichnung zu achten ist (s. oben S. 346).

Gattung Laspeyresia (Hb.) Kenn.

Grapholitha Tr. (p. p.), *Carpocapsa* Tr. (p.).

Kennel charakterisiert die Gattung folgendermaßen: Vorderflügel ohne besondere Auszeichnung, Geäder normal. Auf den Hinterflügeln entspringen die Adern *rr* und m_1 dicht beisammen aus der vorderen Ecke der Mittelzelle und divergieren erst später, m_3 und cu_1 entspringen aus einem Punkt, oder mit gemeinsamem Stiel aus der hinteren Ecke der Mittelzelle, m_2 entfernt davon aus der Querader, verläuft gerade und ist an ihrem Ursprung gegen den Ursprung von m_3 und cu_1 gebogen (Abb. 303).

Bei vielen Arten ist beim Männchen der Dorsalrand der Hinterflügel verdickt und samt seinen Fransen etwas aufwärts gebogen, Ader *an* verdickt und verbreitert, sogar rinnenförmig ausgehöhlt und mit eigenartigen Schuppen besetzt, der Raum zwischen ihr und dem Dorsalrand mehr oder weniger muldenförmig vertieft und mit kleinen glatten Schüppchen tapeziert. Diese Eigentümlichkeit kommt indessen in den verschiedensten Abstufungen vor, so daß sie nicht als Gattungsmerkmal benutzt werden kann. Auch die Gattung *Carpocapsa* kann daher nicht abgetrennt bleiben. Die Palpen liegen dem Gesicht gekrümmt an. Das Abdomen des Männchens hat am Ende keinen Haarbusch. Hinsichtlich der Flügelzeichnung kann im allgemeinen gesagt werden, daß fast überall ein wohlausgeprägter „Spiegel" vorhanden ist, meist von metallisch glänzenden Linien umsäumt.

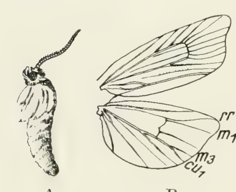


Abb. 303. A Seitenansicht des Leibes (♀), B Flügelgeäder einer *Laspeyresia*-Art. Nach Kennel.

Die Raupen leben zum großen Teil in Früchten und Samenkapseln, manche auch in Zweigen, unter der Rinde in Anschwellungen, nur wenige zwischen versponnenen Blättern. Meist überwintern die Raupen eingesponnen in einem Versteck und verpuppen sich darin erst im Frühjahr.

Die Gattung *Laspeyresia* in der von Kennel erweiterten Fassung enthält eine große Zahl von Arten, von denen einige als erhebliche Forstschädlinge in Betracht kommen, auch landwirtschaftlich spielen mehrere Arten eine recht verhängnisvolle Rolle, wie *woeberiana, funebrana, pomonella* usw., letztere gehört sogar zu den schlimmsten Obstschädlingen.

Wir behandeln hier folgende Arten:

Lasp. (Carpocapsa) pomonella L. (in Äpfeln).
var. *putaminana* Staud. (in Walnüssen).
— — *splendana* Hb. (nec. Rtzb.!) (in Eicheln und Walnüssen).
— — var. *reaumureana* Hein. (in Edelkastanien).
— — *grossana* Hw. (in Bucheln und Haselnüssen).
— — *amplana* Hb. (in Eicheln, Nüssen, Bucheln, Edelkastanien).
Laspeyresia zebeana Rtzb. (in Lärchenrinde).
— *pactolana* Zll. (in Fichtenrinde).
— *grunertiana* Rtzb. (in Lärchenrinde).
— *strobilella* L. (in Fichtenzapfen).
— *corollana* Hb. (an Aspe, in den Gallen von *Saperda populnea* L.).
— *cosmophorana* Tr. (an Kiefer, in verlassenen *resinella*-Gallen und an sonstigen harzigen Rindenstellen, auch in Zapfen).

— var. *putaminana* Staud. (in Walnüssen).
— *duplicana* Zll. (in Fichtenrinde).
— *coniferana* Rtzb. (im Tannenkrebs und in Harzflüssen der Weimutskiefer).

Laspeyresia (Carpocapsa) pomonella L.[1])

Apfelwickler, Obstmade.

Ratzeburg: *Tortrix (Carpocapsa) pomonana* L.

Falter: Groß, mit 14—18 mm Spannweite. Vorderflügel aschgrau, mit dunklen, schwärzlichen oder schwarzbraunen Querwellen im Wurzel und Mittelfeld. Spiegel rötlich dunkelbraun, wurzelwärts tiefschwarz begrenzt. Hinterflügel dunkelbraun, Fransen gelblich graubraun, mit schwarzer Teilungslinie.

Bei der var. *putaminana* Stgr. sind die Vorderflügel bleicher grau, gegen die Wurzel hin allmählich dunkler, die Wellenlinien blasser und verwaschener. Hinterflügel heller braun, Fransen weißlich mit brauner Teilungslinie.

Raupe weißlich mit rötlichem Anflug, mit verschiedenen deutlichen Punkten, Kopf heller oder dunkler braun, Nackenschild ebenso, manchmal auch von Körperfarbe.

Ei länglich oval 0,96—1 × 1,17—1,32 mm, zuerst weißlich, später gelblich.

Puppe gelblichbraun bis braun, an den Hinterleibsringen mit Dornen besetzt, mit deren Hilfe sie sich aus dem Kokon herausschiebt. Am Hinterleibsende ein Kreis von hakenförmig gekrümmten Borsten. Länge 9—10 mm.

L. pomonella ist über ganz Europa verbreitet, ferner über Nordafrika und Nordamerika, die var. *putaminana* kommt mehr in Südeuropa vor und Kleinasien.

Überall, wo Äpfel (und Birnen) gezogen werden, ist *pomonella* als einer der schlimmsten Schädlinge unter dem Namen „Apfelwickler", „Obstmade" bekannt und gefürchtet. Die „Wurmstichigkeit" der Äpfel und das vorzeitige Abfallen derselben ist zum weitaus größten Teil auf den Fraß der *pomonella*-Raupe zurückzuführen. Der Schaden, den die obstbautreibenden Länder dadurch erleiden, geht in die Hunderte von Millionen Mark im Jahr.



Abb. 304. *Laspeyresia (Carpocapsa) pomonella* L. (Apfelwickler, Obstmade). $2^1/_2\times$.

Die Lebensweise des Apfelwicklers ist in Deutschland hauptsächlich von H. Lehmann (1922) studiert worden[2]); ein sehr brauchbares Flugblatt ist von Speyer (1925) herausgegeben.

Flugzeit Ende Mai bis Juli. Die Falter schlafen am Tage mit dachförmig zusammengelegten Flügeln, dem Stamm oder Ast dicht angeschmiegt, wo sie dank ihrer dunklen Färbung kaum zu entdecken sind. Beim Eintreten der Dämmerung umschwärmen die Falter die Apfel- und Birnbäume, die Weibchen legen ihre kleinen, abgeflachten Eier an die jungen Früchte, auf Blätter und Zweige. Nach 8—14 Tagen schlüpfen die jungen Räupchen, die

[1]) Wenn hier *pomonella* besprochen wird, so geschieht dies deshalb, weil sie die beste erforschte Art der Untergattung *Carpocapsa* ist und die übrigen *Carpocapsa*-Arten sich bionomisch mehr oder weniger übereinstimmend zu verhalten scheinen.

[2]) In dieser Schrift finden sich auch sehr umfangreiche Literaturangaben. Einen ganz ungeheuren Umfang hat die *pomonella*-Literatur in Nordamerika angenommen (Coldling moth).

alsbald in die Früchte einzudringen suchen. In der Mehrzahl der Fälle wählen sie den Fruchtkelch als Eingangspforte, wo sie sich von den bereits vertrockneten Staubgefäßen ernähren. Dann erst bohren sie sich weiter ein und streben dem Kernhaus zu. Mit zunehmender Größe muß die Raupe den angesammelten Kot aus einem eigens zu diesem Zweck genagten Bohrloch entfernen, wodurch der Schaden offenbar wird, wenn die Früchte nicht schon vorher zu Boden gefallen sind.

Die erwachsenen Raupen verlassen die Frucht, indem sie sich entweder an einem Faden zur Erde herunterlassen oder längs eines Zweiges dem Stamm zustreben. Aus den abgefallenen Früchten wandern die Raupen sehr bald aus, um je nach der Reife entweder den Baum wieder zu ersteigen und eine neue Frucht anzubohren oder einen geeigneten Platz zur Winterruhe aufzusuchen, wie rauhe Borke, enge Ritzen zwischen Brettern, Baumpfählen oder dergl. Hier spinnt die Raupe einen pergamentartigen, mit abgenagten Teilen verfilzten Kokon, in dem sie den Winter zubringt. Im Mai des nächsten Jahres (frühestens im April) findet die Verpuppung statt. Die Bioformel ist also

$$\frac{57 - 7,4}{5 + 57}$$

In wärmeren Gegenden können allerdings zwei Generationen auftreten, in Amerika kommen sogar drei und mehr Generationen im Jahr vor.

Die Zahl der natürlichen Feinde ist eine sehr große (Vögel, Parasiten usw.), trotzdem genügen sie nicht, die Vermehrung auf ein wirtschaftlich erträgliches Maß niederzudrücken, so daß eine energische Bekämpfung Jahr für Jahr durchzuführen ist, wenn nicht ein großer Teil des Ertrages verloren gehen soll.

Die wirksamste Bekämpfung besteht in dem rechtzeitigen Bespritzen mit Arsenbrühen, d. h. unmittelbar nach Abfallen der Blütenblätter, damit die Raupe noch vor ihrem Eindringen in die Frucht vergiftet wird. Daneben leisten (neben sauberer Stammpflege) auch Madenfallen (aus Wellpappe und wasserdichtem Deckpapier gefertigte Fanggürtel) gute Dienste. Auch regelmäßiges Aufsammeln des Fallobstes kann die Bekämpfungsaktion etwas unterstützen, wenn auch gewöhnlich die Mehrzahl der am Boden liegenden Früchte keine „Maden" mehr enthalten.

Die var. *putaminana* Stgr. entwickelt sich in Walnüssen bei sonst gleicher Bionomie.

Laspeyresia (Carpocapsa) splendana Hb. (nec. Ratzb.).

Taf. IV, Fig. 7.

Eichelwickler.

Falter: Vorderflügel hell aschgrau bis bräunlichgrau, bräunlich gewässert, Wurzelfeld etwas dunkler, eckig vortretend, Spiegel gelb mit schwarzen Strichen, wurzelwärts tiefschwarz begrenzt. Hinterflügel braungrau. Spannweite 18—20 mm.

Die var. *reaumurana* Hein. ist in ausgesprochener Form fast einfarbig dunkelbraun. Der Spiegel bleibt im Innern ockergelbbraun. Hinterflügel ebenfalls dunkler.

Die Raupe ist weißlich mit ebensolchen Wärzchen, Kopf blaßbraun, Nacken- und Analschild von Körperfarbe.

Die geographische Verbreitung erstreckt sich über den größten Teil von Europa. Im Süden mehr die var. *reaumurana* Hein.

Die Raupe lebt in den Früchten von *Quercus* und *Castanea vesca*.

Die Flugzeit fällt in den Juni. Über die Stelle, an der das Ei abgelegt wird, kennen wir nur die Beobachtung von Reaumur, wonach die

Narbe, welche den ersten Angriff des Räupchens auf die Eichel bezeichnet, nicht nur an dieser, sondern sowohl äußerlich wie innerlich an der Cupula zu sehen ist. Der Fraß der Raupe zerstört ganz oder teilweise das Innere des Samens, das alsdann mit Kotkrümeln angefüllt ist. Die angegriffenen Früchte fallen meist vorzeitig ab und die Raupe bohrt sich dann aus den am Boden liegenden Früchten heraus. Seltener verlassen sie die Früchte, solange diese noch am Baum sitzen. Die Überwinterung geschieht in einem weißen Kokon, in dem die Raupe bis zum Frühjahr liegt. Der Kokon befindet sich entweder in Rindenritzen oder im Boden. Die Verpuppung geschieht erst im Frühjahr, einige Wochen vor der Flugzeit. Die Entwicklung vollzieht sich also ganz ähnlich wie bei *pomonella*.



Abb. 305. *Laspeyresia (Carpocapsa) splendana* Hb. (Eichelwickler). 2×.

Die var. *reaumurana* Hein. macht ihre Entwicklung in Eßkastanien durch und verursacht in südlichen Ländern, wie in Italien, mitunter empfindlichen Schaden (Cecconi).

Forstlich nur selten von Bedeutung. Nach Altum (1876) fand 1875 ein größerer Fraß von *splendana* in der Oberförsterei Grünheide (Posen) statt: 95% der Eicheln wurden von dieser Raupe (allerdings im Verein mit *Balaninus*) zerstört. Auch Walnüsse werden von *splendana* befallen[1]).

Laspeyresia (Carpocapsa) grossana Hw.

Taf. IV, Fig. 8.

Buchelnwickler.

Syn.: *annulata* Htg., *splendana* Rtzb., *fagiglandana* Zll.

Falter dem vorigen ähnlich, Vorderflügel bläulich aschgrau, dunkler gewässert mit scharfer Ausprägung der hellen Linien. Spiegel braungrau, schwarz gestrichelt, wurzelwärts von einem braunen, dreieckigen Fleck begrenzt. Hinterflügel dunkel graubraun. Spannweite bis 20 mm (Abb. 306).

Raupe weißlich, auf jedem Segment karminrot gesattelt, mit roten Wärzchen. Kopf hellbraun, Nackenschild von Körperfarbe.



Abb. 306. *Laspeyresia (Carpocapsa) grossana* Hw. (Buchelwickler). 2 1/4×.



Abb. 307. *Laspeyresia (Carpocapsa) amplana* Hb. (Haselnußwickler). 2 1/4×.

[1]) Dufrénoy (1923) beobachtete, daß die von *splendana*-Raupen befallenen Walnüsse stets mit einem Pilz infiziert waren, dessen Sporen im Darm der Raupen festgestellt werden konnten.

Die Bionomie entspricht im allgemeinen ganz der vorigen Art. Doch die Raupe vornehmlich in Bucheln, zuweilen auch in Haselnüssen.

Nur selten forstlich schädlich. Altum berichtet einen Fall aus dem Jahre 1875, in dem „Tausende von ausgefressenen Bucheln zu finden waren".

Laspeyresia (Carpocapsa) amplana Hb.

Taf. IV, Fig. 9.

Haselnußwickler.

Falter: Von der vorigen Art durch die hellere Färbung verschieden. Vorderflügel hell zimtfarben, mit grauen Querwellen und mit großem, lichtem, auf beiden Seiten braun beschattetem Innenrandfleck. Spannweite 18 mm (Abb. 307).

Raupe heller oder dunkler ziegelrot, Kopf hellbraun, Nackenschild von Körperfarbe.

Die Raupe scheint ziemlich polyphag zu sein. Spuler gibt als Fraßobjekt an: die Früchte von *Quercus, Corylus, Juglans, Fagus, Castanea.* Die Raupe frißt von August bis Oktober, der Falter fliegt im Juni und Juli. Die Generation soll zuweilen zweijährig sein (Kennel)[1]).

Laspeyresia zebeana Rtzb.

Taf. IV, Fig. 10.

Lärchenrindenwickler, Lärchengallenwickler.

Ratzeburg: *Tortrix (Coccyx) zebeana* Rtzb. — Altum: *Grapholitha zebeana* Rtzb. — Nitsche: *Tortrix (Grapholitha, Semasia) zebeana* Rtzb. — Nüßlin-Rhumbler: *Grapholitha zebeana* Rtzb. — Wolff-Krauße: *Laspeyresia zebeana* Rtzb.

Falter: Vorderflügel breit und verhältnismäßig kurz, nach außen wenig verbreitert, Costa leicht gebogen. Saum steil, geschwungen, dunkel olivgrün bis dunkel schwärzlichgrau, mit einem tiefschwarzen Fleck vor dem großen schwarz gestrichelten, von einer veilblauen Metall-Linie eingefaßten Spiegel. Hinterflügel breit, trapezoid, dunkelbraun, Fransen gelblich mit dunkelbrauner Teilungslinie. Spannweite 16 mm.

Raupe einfarbig hellgrau oder schmutzig gelbgrün. Kopf dunkelbraun oder schwarz, Nacken- und Analschild bräunlich. Länge bis 16 mm.

Puppe glänzend schwarzbraun mit abgestumpftem Hinterende. Länge 8 mm.

Der Lärchenrindenwickler wurde von Ratzeburg beschrieben und nach dem Oberförster Zebe benannt, von dem er die ersten Exemplare aus Jägerndorf (im ehemaligen Österreichisch-Schlesien) zugesandt erhielt. In der Folgezeit wurde *zebeana* an vielen Plätzen in Deutschland, der Tschechoslowakei, Österreich und der Schweiz (bis zu einer Meereshöhe von 1800 m) festgestellt. Als Fraßpflanze kommt ausschließlich die Lärche in Betracht.

Die Entwicklung ist zweijährig und verläuft nach der Bioformel

$$\frac{5\underline{-6}, \underline{A}, \underline{3}}{4+5}$$

Der Falter belegt im Mai bis Anfang Juni die Stämmchen und Äste der jüngeren und die Zweige der älteren Lärchen mit vereinzelten Eiern, am liebsten die Astwinkel der zweijährigen Triebe, da, wo von ihnen ein einjähriger Trieb abgeht. Der Fraß der auskommenden und in die Rinde sich

[1]) Außer den hier genannten Carpocapsen kommen auch noch verschiedene *Pammene*-Arten in Laubholzsamen vor, unter anderen *P. juliana* Curt., die bei Spuler unter *Carpocapsa* angeführt ist (s. unten, S. 377).

einbohrenden Räupchen verursacht Harzausfluß und Anschwellung des Holzkörpers, also eine Galle, die entweder als eine einfache Verdickung des Haupttriebes erscheint oder, wenn sie in einem Astwinkel steht, auch teilweise die Basis des Seitentriebes umfaßt. In ihr frißt die Raupe unter der Rinde einen Hohlraum aus, der seitlich gangartig verlängert wird und oft in den Splint eingreift, die angegriffene Stelle mehr oder weniger umfassend. Das Innere der Raupenwohnung ist mit Spinnfäden ausgekleidet. Durch eine untere Öffnung wird ein Teil des Kotes ausgestoßen. Auf der Galle sammelt sich Harz an, das auch oft in großen, weißen Tropfen weit am Stamme herabläuft. Bis zum Winter wird die Galle erbsengroß, und in ihr ruht die Raupe nach Verspinnung der Öffnung, die sie aber bei mildem Wetter wieder öffnet, um Kot auszustoßen (Torge). Im nächsten Jahr setzt die Raupe im März oder April ihren Fraß fort, wobei die Galle bis zur Größe einer Kirsche heranwächst (Abb. 309). Man kann den älteren, bräunlichen Harzausfluß von dem neuen, weißen, oft in großen Tropfen herabhängenden unterscheiden. Das Harz bleibt lange ziemlich weich. Vor der Verpuppung wird die Kotöffnung wieder versponnen. Nach vierwöchiger Ruhe schiebt sich die Puppe etwas vor und entläßt den Falter. Die Generation ist also zweijährig.



Abb. 308. *Laspeyresia zebeana* Rtzb. (Lärchenrindenwickler). $2\frac{1}{4}\times$.

Ursprünglich kannte man diese Gallen nur an jungen Lärchen, allmählich lernte man sie aber auch an älteren kennen. Zebe fand sie an 4—10jährigen, Henschel an 4—16jährigen, Hochhäusler (Ratzeburg, W. I. 69) an 18 jährigen, Altum (1886) an 4—35 jährigen und Borgmann (1882) an 40 jährigen.

An den jüngeren Bäumen finden sich die Gallen überall, am Stamm sowohl wie an den Zweigen, häufig mehrere hintereinander an demselben Stamm oder Ast. Henschel zählte an einem Bäumchen 43 Gallen. An etwas älteren



Abb. 309. Lärchenzweige mit Anschwellungen (Gallen), verursacht durch den Fraß von *Lasp. zebeana* Rtzb.

Bäumen von 7—8 m Höhe fand sie Torge hauptsächlich an den oberen Ästen bis in die Spitze hinauf, und Borgmann hebt hervor, daß das Vorkommen der Gallen an den höheren, nicht direkt erreichbaren Ästen älterer Lärchen weit häufiger ist, als man nach den durchschnittlichen Angaben der Lehrbücher bisher annehmen konnte. Nitsche fand dies gleichfalls, als er, um zu sehen, wie hoch die Lärchengallmücke an den Stämmen geht, von einigen Lärchen im Tharandter Forstgarten in verschiedener Höhe Zweige entnehmen ließ. Bei einer im Februar 1893 wiederholten Entnahme solcher Zweige fanden sich Wicklergallen in 10 m Höhe an einer etwa 40 jährigen Lärche.

Je nach der Ausdehnung, den die Zerstörung der saftleitenden Schichten durch den Wicklerfraß erfährt, ist der Einfluß der Galle auf den Zweig oder das Stämmchen ein verschiedener. Ist sie gering, so entsteht nur eine Deformierung durch die Galle, deren Harz späterhin vertrocknet oder abbröckelt, und welche häufig Risse bekommt. Ist die Zerstörung stärker, so geht entweder der Seitentrieb oder auch der Haupttrieb ein, und es entstehen Verzweigungsfehler, die bei jungen Lärchen, an denen viele Gallen, namentlich an dem Stämmchen selbst vorhanden sind, dazu führen können, daß die Pflanze Strauchform annimmt. An älteren Lärchen ist, wie Borgmann durch Zählung der Gallen und Messung der abgestorbenen Astteile an zwei 35- und 40 jährigen Lärchen nachweist, ein großer Teil der vertrockneten Äste durch die Wicklerraupe getötet worden. Er ist geneigt anzunehmen, daß bei starkem Auftreten der Wickler allein imstande sei, selbst 40 jährige Lärchen zum Absterben zu bringen.

Zu dieser direkten Schädigung kommt noch eine indirekte, indem die Verwundungen, die der Lärche durch den Fraß zugefügt werden, den Sporen des den Lärchenkrebs verursachenden Pilzes, *Peziza Willkommii* (= *Dasyscypha calycina* Fuck.) „Tür und Tor" öffnen, wie Borgmann und Hartig festgestellt haben. So wird die Ausbreitung des Lärchenkrebses durch *zebeana* wesentlich gefördert.

Wir haben also allen Grund, den Lärchenrindenwickler als ein sehr schädliches Forstinsekt anzusprechen. Als milderndes Moment kommt in Betracht, daß *zebeana* nicht überall, wo die Lärche wächst, Schaden stiftet, sondern daß ihr schädliches Auftreten mehr sporadisch ist. Welche Faktoren es sind, die die *zebeana*-Vermehrung begünstigen und fördern, darüber wissen wir noch gar nichts, wie überhaupt die ganze Epidemiologie (auch die natürlichen Feinde) zum großen Teil noch in Dunkel gehüllt ist.

Bezüglich der Bekämpfung kann nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse, nur die direkte Vernichtung des Schädlings in Betracht kommen, sei es durch Abschneiden und Verbrennen der Gallen oder Bestreichen derselben mit Raupenleim zur Verhinderung des Schlüpfens. Beide Maßnahmen müssen vor dem Abschluß der Entwicklung, also spätestens im März oder April des dritten Jahres ausgeführt werden. Natürlich kann diese Methode nur da, wo die Gallen in erreichbarer Höhe sitzen, zur Anwendung kommen. An höheren Stämmen rät Borgmann durch Aufastung des Stammes wenigstens die an den unteren Zweigen sitzenden Gallen, die oft die Hauptmasse ausmachen, zu vernichten. Die Schnittflächen sind gegen das Eindringen von *Peziza*-Sporen durch Teeren zu schützen.

Laspeyresia pactolana Zll.

Taf. IV, Fig. 11.

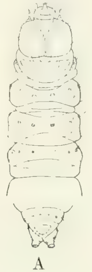
Fichtenrindenwickler.

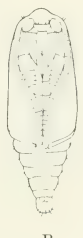
Ratzeburg: *Tortrix (Grapholitha) dorsana* Hb. — Altum: *Grapholitha pactolana* Kuhlm. — Nitsche: *Tortrix (Grapholitha, Semasia) pactolana* Zll. — Nüßlin-Rhumbler: *Grapholitha pactolana* Zll. — Wolff-Krauße: *Laspeyresia pactolana* Zll.

Falter: Vorderflügel kurz und breit, nach außen etwas verbreitert, Costa gebogen, Saum steil; olivbraun bis hellrötlichbraun mit einem Stich ins Olivgrünliche mit einer glänzend weißlichen, in scharfer Ecke saumwärts vortretenden doppelten Querlinie in der Mitte, Spiegel wenig auffallend, oben und unten offen, so breit wie hoch, saumwärts von einer feinen Bleilinie eingefaßt, dicht an dieser 3—4 schwarze Punkte, in der 2. Hälfte der Costa 5 schwarze Häkchen mit einfachen



Abb. 310. *Laspeyresia pactolana* Zll. (Fichtenrindenwickler). 3×.





A B

Abb. 311. A Raupe (Vorderteil und Analsegment), B Puppe von *Lasp. pactolana* Zll. Nach Ratzeburg.

hellgelblichen oder weißlichen Zwischenräumen, Fransen graubraun, Teilungslinie fein schwarz. Hinterflügel heller braun bis schwarzbraun, Fransen gelblichweiß bis grauweiß mit dunkler Teilungslinie. Spannweite 14—15 mm (Abb. 310).

Raupe: Weißlich oder blaßrötlich, Kopf, Nackenschild und Analklappe hellbraun, auf der Mitte des letzten Segmentes eine Reihe paariger Wärzchen (Abb. 311 A). Länge bis 11 mm.

Puppe: Schmutzigbraun, der stumpf abgerundete Aftergriffel mit einigen kurzen Borstenhärchen (Abb. 311 B). Länge 6 mm.

Die von den Engländern als *cognata* Barr. als selbständige Art aufgeführte Form, die nur in England stellenweise vorkommt und die von Meyrick mit *Lasp. coniferana* Rtzb. verglichen wird, hält Kennel nur für eine dunkle Rasse von *pactolana* Zll.

Die geographische Verbreitung erstreckt sich über ganz Mitteleuropa, Südschweden, Lappland, sowohl in der Ebene als im Mittelgebirge. Die Hauptfraßpflanze ist die Fichte, auch Blaufichte (Müller-Thurgau und eigene Beobachtung).

Die Bionomie ist besonders durch Ratzeburg, Altum, Nitsche, Judeich und Baer[1]) aufgeklärt worden. Die Entwicklung verläuft nach der Biοformel

$$\frac{56 - 6,4}{5 + 56}$$

[1]) Letzterer hat das Verdienst, eine reinliche Scheidung der bis dahin bionomisch mit *pactolana* zusammengeworfenen Arten *duplicana*, *coniferana* und *cosmophorana* durchgeführt zu haben.

Die Flugzeit fällt in die Zeit von Ende Mai bis Mitte oder Ende Juni. Zur Eiablage werden junge Fichten im Alter von 10—20 Jahren bevorzugt, doch werden auch jüngere Kulturen, bis zu 5 jährigen (Judeich 1869) und bei stärkerer Vermehrung auch Stangenhölzer angegangen. Die Ablage erfolgt an die Stämme, und zwar meist zwischen die Quirl und Zwischenquirlzweige oder unter, selten über dieselben[1]). Bei jüngeren Pflanzen werden meist nur die 2—3 letzten Quirle und die Wipfel verschont, bei älteren auch die untersten Quirle ungefähr bis zum 6.

„Die Rinde," meint Altum, „muß zum Wohlbefinden der Raupe wohl gerade diese mittlere Konsistenz und Dicke haben." „Da der Falter nicht in größerer Höhe schwärmt, so sind ältere Fichten seinem Angriff entwachsen, der untere Stammteil ist bereits zu borkig, der passende zu hoch" (Altum, F. 194).

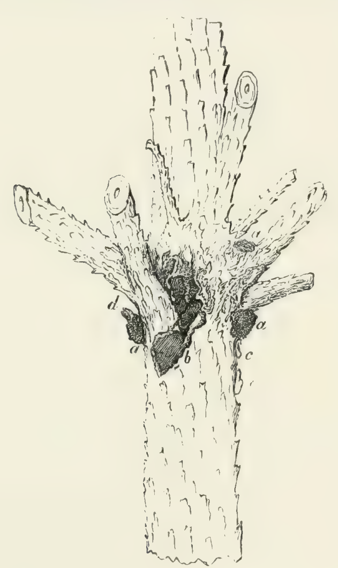


Abb. 312. Fraß von *Laspeyresia pactolana* Zll. an Fichte. *a* Kotklümpchen, *b* ein bloßgelegter Gang, *c* Harztränen, *d* die aus dem Kotklümpchen vorragende Puppenhülle. Nach Ratzeburg (aus Nitsche).

Die auskommenden Räupchen bohren sich unter die Rinde ein und fressen hier kurze, 2—4 cm lange, unregelmäßige Gänge, die sie mit feinem Gespinste auskleiden. Mitunter gehen die Gänge von einer größeren Höhlung aus, steigen aber auch nach oben oder unten oder verlaufen mehr horizontal (Abb 312). In das Holz dringen sie kaum. Ganz frischer Fraß verrät sich zunächst durch die hellen Harztränen, die, oft weit am Stamme herablaufend, weiße Streifen bilden. Später treten auch die äußerst charakteristischen Kothäufchen auf, die wie kleine Klümpchen Schnupftabak aussehen. Der Fraß wird fortgesetzt, solange keine sehr kalte Witterung eintritt und auch im Winter bei milder Witterung wieder aufgenommen. Im Frühjahr beginnt er jedenfalls mit voller Stärke aufs neue. In dem Fraßgang, in der Kotauswurföffnung, erfolgt dann vom Mai ab die Verpuppung. Die befallene Stelle zeigt eine deutliche Anschwellung (Abb. 313).

Vor dem Ausschlüpfen des Falters schiebt sich die Puppe aus der Rinde hervor, und zwar meist durch das Kothäufchen hindurch oder hart an dessen Seite, selten aus dem ausgefressenen Harz. Die Hülle ist dann nur noch lose mit den letzten Hinterleibsringen am Stamm befestigt, so daß sie bei leichter Berührung, durch Regen, Wind usw. herabfällt.

Epidemiologisch scheint das eine festzustehen, daß schlechtwüchsige, vor allem in Frostlöchern stehende oder unter Wildverbiß leidende

[1]) Ausnahmsweise auch an nah dem Stamm stehenden Chermes-Gallen (Ratzeburg).

Fichten besonders anfällig gegen *pactolana* sind. Im Ebersberger Park bei München gibt es auf der großen „Nonnenfläche" (vom Nonnenfraß 1890 bis 1892), die ein klassisches Frostgebiet darstellt, kaum eine Fichte, die nicht stark von *pactolana* befallen ist. Auch in den vielen anderen Frostlöchern, an denen die oberbayerische Hochebene so reich ist, fehlt *pactolana* nie; ja letztere gehört geradezu zu den charakteristischen Symptomen von Frostgebieten. Wachtel (bei Ratzeburg 1852) beobachtete, daß bei Neuhaus (in Böhmen) auf der dortigen Hochebene Flachgründigkeit des Bodens am meisten disponiert habe und Fichtenhorste auf großen Blößen am meisten befallen gewesen seien. Als Gelegenheitsursache erwähnt der gleiche Autor noch starken Hagelschlag, der die Pflanzen verletzte und reichen Harzausfluß bewirkte. Auch Büschelpflanzungen sollen für *pactolana*-Befall disponieren (Wachtel), ebenso geschnittene Hecken wie überhaupt buschiger Wuchs, der ja auch bei Spätfrösten und Wildverbiß eintritt. Nach Baer (1917) „zeigt *pactolana*, abgesehen von Zeiten sehr starker Vermehrung, eine Vorliebe für unterdrücktes, schwächliches oder kränkelndes Material"[1].



Abb. 313. Ein von *Lasp. pactolana* Zll. stark befallener Fichtenquirl, an dem dunklen Kot und der Anschwellung leicht zu erkennen.

Andererseits fehlt es nicht an Berichten, daß auch die gesündesten und kräftigsten Kulturen nicht verschont werden (Schier, 1874, Judeich, 1869). Auch Nitsche hat auf dem sächsischen Revier Lößnitz 1890 „eine im besten Wachstum befindliche, auf sehr gutem Boden stockende, fast meterhohe Gipfeltriebe zeigende Fichtenkultur von doppelter Mannshöhe so stark

[1]) Baer schreibt l. c.: „Charakteristisch für die ganze Gruppe (*pactolana, coniferana, duplicana* und *cosmophorana*) dürfte sein, daß sie wenigstens ursprünglich von dem irgendwie krankhaft veränderten Bastgewebe der Nadelhölzer und dessen Umgebung lebt, wie solches Wund-Korkbildungen aller Art, die Verkienungen infolge Wucherungen von Pilzmyzelien u. dgl. mehr bieten. Nur die ja hinlänglich beobachtete *pactolana* hat sich zu einem Parasiten weiter entwickelt, jedoch verrät auch sie den Weg, den sie zurückgelegt hat, noch durch ihre Vorliebe für unterdrücktes usw. Material."

mit *pactolana* besetzt gefunden, daß fast jeder Quirl mehrere Harztränen zeigte." Im allgemeinen scheinen die Ränder der Kulturen, ferner besonders einzelstehende Horste auf großen Blößen sowie in weiterem Verband ausgeführte Pflanzungen stärker angegangen zu werden als das Innere von gut schließenden Kulturen[1]).

Über die klimatischen Einflüsse auf die Vermehrungsintensität der *pactolana* wissen wir leider noch sehr wenig.

Landmann (1905) bringt das Massenauftreten in Böhmen mit der großen Dürre im Sommer 1904 in Zusammenhang, was Sedlaczek (1906) dahin modifiziert, daß nicht die Dürre an und für sich, sondern der gesamte Witterungscharakter von 1903 und 1904 zur starken Vermehrung beigetragen habe. Denn man konnte schon im Winter 1903/04 überall die



Abb. 314. A Längsschnitt, B Querschnitte durch Fichtenstämmchen, die von *Lasp. pactolana* Zll. befallen waren.

[1]) Nach Ebermayer (1880) „verschwindet das Insekt, sobald die Pflanzungen sich schließen."

Kotklümpchen finden, und im Mai 1904 flogen die Falter in den Kulturen wie die Mücken in Schwärmen herum.

Die forstliche Bedeutung ist durchaus nicht gering anzuschlagen.

Die Folgen des Fraßes auf das Leben der einzelnen Pflanze richten sich in erster Linie nach der Stärke des Befalls und sodann nach dem Zustand der Pflanze. Handelt es sich nur um vereinzelten Befall an gesunden Pflanzen, so wird der Fraß leicht überwunden. Wo der Befall aber sehr stark und hartnäckig ist und zudem die Pflanze durch andere vorhergegangene Einflüsse oder schlechten Standort geschwächt ist, so wird die Prognose wesentlich ungünstiger. Wie stark der Befall an der einzelnen Pflanze werden kann, zeigt eine von Wachtel herrührende Beschreibung eines 13 jährigen, ungefähr 4 m hohen Stämmchens, an dem sich von unten bis zum elften Jahrestrieb neben 50 alten 55 neue Gänge vorfanden, von denen 13 auch wieder verlassen waren. Ratzeburg (W. I 264) konnte an 5 Quirlen wenigstens 40 braune Kothäufchen unterscheiden. Wenn an einem Quirl mehrere Raupen, sechs und mehr, fressen und die Gänge das ganze Stämmchen „umklammern", d. h. das saftleitende Gewebe im ganzen Umkreis des Stämmchens ringeln, so stirbt der oberhalb dieser Gänge liegende Teil desselben ab (Abb. 316). Ratzeburg bildet in seinen Waldverderbern, Taf. 30, Fig. 8 und 9, zwei derartige Fälle ab[1]).



Abb. 315. Stück einer Fichtenpflanze, die unter Wildverbiß und dem Fraß von *Lasp. pactolana* Zll. stark zu leiden hatte.

---

[1]) Anfang dieses Jahrhunderts fand ein langer Streit über die Ursachen der in Oberbayern häufig aufgetretenen „Gipfeldürre der Fichten" statt. Es waren um diese Zeit zahlreiche Fichten, besonders in Altholzbeständen, ferner vereinzelte Fichten, oft alte, kurze, bis zum Boden beastete Bäume, aber auch höhere Stangen in Jungholzforsten zu beobachten, deren Gipfel völlig dürr waren, mitunter weit herab, so daß $^2/_3$ des Baumes abgestorben war. v. Tubeuf (1903) erklärte diese Erscheinung als eine Blitzbeschädigung, als eine Folge von „elektrischen Ausgleichungen". Von anderer Seite, vor allem von Möller (1903 und 1904), wurde dieser Anschauung widersprochen und die Gipfeldürre auf *pactolana*-Fraß zurückgeführt. Wer die *pactolana*-Bionomie kennt und die von v. Tubeuf gegebenen Bilder sieht, wird letztere Anschauung von vornherein ablehnen. Abgesehen davon erstreckte sich, wie v. Tubeuf mitteilte, die Gipfeldürre auch auf andere Nadelhölzer, wie die Kiefer und Lärche, und endlich wurden viele gipfeldürre Fichten ohne jede Spur von *pactolana*-Fraß festgestellt (Schoepf, 1904, u. a.).

In solchen Fällen ist die ganze Rinde der Befallsstellen so verharzt, daß „oft das schärfste Messer nur mühsam durchdringen kann.“

Sehr schlimm wird die Prognose quoad vitam, wenn sich zu *pactolana* noch sekundäre Schädlinge hinzugesellen, was häufig der Fall ist, da der *pactolana*-Fraß die Pflanze für letztere zugänglich macht. In solchen Fällen ist die Fichte wohl sicher verloren. Als sekundäre Schädlinge kommen vor allem die kleinen Fichtenborkenkäfer (*chalcographus* usw.) in Betracht, und sodann die Blaurüßler *Magdalis violacea* L. (Judeich, 1876, S. 77), *duplicata* Grm. und *phlegmatica* Hbst. Die letzteren beiden fand Czech (1879) „in Böhmen als stete Begleiter von *pactolana*, sie verursachen das völlige Absterben vieler von diesem befallenen Fichten, die sich ohne ihre Dazwischenkunft wieder erholt hätten“ (s. Bd. II, S. 414 und 415).

Außer diesen sekundären Insekten stellt sich, wie Hartig nachwies, auch ein Pilz als Folgeerscheinung (ähnlich wie bei *zebeana*-Fraß an Lärche) ein, nämlich *Nectria cucurbitula* Fr. Die Sporen und Conidien dieses den Fichtenrindenkrebs erzeugenden Pilzes können nämlich nur an Wundstellen ihre Keimschläuche in das Innere der Pflanze senden, und daher sind es, außer Hagelschlagwunden, gerade die Gänge der Fichtenrindenwickler, von denen die Pilzinfektion ausgeht. R. Hartig fand dies 1879 häufig im südlichen Bayern.

Aber auch in den leichteren Fällen, in denen der Befall nicht so stark ist, keine Nachkrankheiten sich einstellen und also die Pflanze den Angriff übersteht, macht der *pactolana*-Fraß sich meist recht unangenehm bemerkbar: Die Wuchsfreudigkeit und die Wuchsform werden stark beeinträchtigt (Verwallungs- und Verzweigungsfehler, gestauchter Wuchs) und der Zuwachs stark herabgemindert, und also die Aufforstungsarbeit in jeder Beziehung wesentlich erschwert, vor allem wenn *pactolana* in Verbindung mit Frost und Wildverbiß auftritt (Abb. 315) oder die Pflanzen auf geringen Böden stehen. In solchen Fällen kränkeln die befallenen Pflanzen lange, ehe sich die Fraßstellen durch Überwallung ausheilen. „Immer bleiben dann aber häßliche, rauhe, von Rissen durchsetzte Knoten am Stamm übrig.“ Die Bilder im Ebersberger Park usw. stellen ein beredtes Zeugnis dafür dar.

Welche Ausdehnung der *pactolana*-Fraß und -Schaden nehmen kann, geht aus einer bei Ratzeburg (l. c.) wiedergegebenen Schilderung Wachtels über das Auftreten unseres Insekts bei Neuhaus (Böhmen) hervor: „Es ist dort in den ausgedehnten Pflanzungen das schädlichste Insekt und, wenn man nicht ununterbrochen durch aufmerksame Untersuchung und durch Aushauen der angegangenen Fichten entgegenarbeitet, so würde auf ganze Strecken kaum mehr etwas dastehen.“ Czech berichtet im Jahr 1879 ebenfalls aus Böhmen, daß im oberen Egerland im nordwestlichen Böhmen der Rindenwickler sich seit 10 Jahren so ausgebreitet habe, daß in meilenweitem Umkreis keine Fichtenkulturen zwischen 5 und 15 Jahren bestehen, in der nicht die Mehrzahl der Stämmchen mehr oder weniger stark befallen war. Im Badi-Gebiet (Mittelböhmen) wurden 1904 sämtliche 2-(?) bis 5 jährigen Kulturen ganz, die 6—15 jährigen Kulturen zu 20—50% auf einer Gesamtfläche von ca. 190 Joch vernichtet (Landmann, 1905). Auf die große Ausdehnung des *pactolana*-Fraßes in den Nonnenflächen im oberbayerischen Frostgebiet wurde oben schon hingewiesen.

Über die natürlichen Feinde wissen wir nur wenig, wir kennen zwar eine Reihe von Schlupfwespen, die aus *pactolana* gezogen wurden,

doch über die Rolle bzw. Bedeutung, die den einzelnen Arten bei der Vermehrungsregulierung zukommt, sind wir noch wenig unterrichtet (siehe auch Ratzeburg, 1852, S. 137). Nach Sedlaczek (1906) waren bei der böhmischen Kalamität 1904 die Puppen zu 30% parasitiert (von Schlupfwespen). Als weitere Krisenanzeichen nennt Sedlaczek die ungleiche Entwicklungsdauer der einzelnen Individuen und als Folge davon eine verlängerte Flugzeit.

Die Erkennung des *pactolana*-Befalls ist leicht: Die kurzen Höhentriebe, die Anschwellungen und Dunkelfärbung der Quirlgegend mit Harzausfluß und den braunen, schnupftabakähnlichen Kothäufchen, eventuell in Verbindung mit Dürrwerden einzelner Zweige oder des Wipfels, lassen eine Verwechslung mit einem anderen Schädling nicht zu.



Abb. 316. Ein durch den Fraß von *Lasp. pactolana* Zll. abgetöteter Gipfel (Planegg bei München).

Die Bekämpfung bietet große Schwierigkeiten.

Als Vorbeugungsmaßregel ist die Erziehung der Fichten im engen Verband, eventuell unter dem Schutze von Kiefern, Birken, Erlen und anderen Weichhölzern zu empfehlen. „Mit dem Aushauen der befallenen Stämmchen und insbesondere der Schutzpflanzen soll höchst vorsichtig und dann weitergegangen werden, wenn die Pflanzung sich bereits so ziemlich geschlossen hat" (Ebermayer 1880). Einmal entstandene Löcher in den Kulturen sollen womöglich mit Kiefernballenpflanzen, die dem Schädling keine neue Entwicklungsstätte geben, ausgepflanzt werden (Schier, 1874).

Die direkte Bekämpfung kann da, wo es sich um ausgedehnte Befallsgebiete handelt, nur darin bestehen, die schwer erkrankten Stämmchen, deren Absterben mit Sicherheit zu erwarten ist, vor allem also solche, die auch von sekundären Schädlingen oder der *Nectria* befallen sind, möglichst bald zu entfernen und zu vernichten. Wo es sich um kleinere Verhältnisse oder nur einzelne Pflanzen (in Gärten usw.) handelt, kann man durch Anteeren oder Leimen der besetzten Quirlstellen das Vorschieben der Puppe

und das Schlüpfen der Falter verhindern (Altum). Auch das Auskratzen der besetzten Stellen, das Wachtel empfohlen hat, dürfte nur im kleinen durchzuführen sein, abgesehen davon, daß bei „nicht ganz sorgfältiger Ausführung dieser Operation durch neue Verwundungen mehr geschadet als genützt würde", besonders, da nun von neuem den Pilzsporen Eingangstore geöffnet werden.

Laspeyresia grunertiana Rtzb.

Diese Art hat eine merkwürdige Geschichte. Thomann (1914) spricht daher auch von einem „beinahe sagenhaften Tierchen".

Ratzeburg hat in seiner Waldverderbnis (II. 414 u. Taf. V 9) unter dem Namen *Tortrix Grunertiana* einen der vorigen Art *pactolana* sehr nahestehenden Wickler beschrieben, den er einmal aus schlesischen Lärchenstangen gezogen hat. Da in der Folge während Jahrzehnte jede Nachricht von diesem Tier fehlte, wurde dessen Existenz ernsthaft in Zweifel gezogen.

Im Staudinger-Rebel-Katalog wird *grunertiana* lediglich als Synonym von *pactolana* aufgeführt, und auch Nitsche setzt Zweifel in die Existenz der *grunertiana* mit den Worten: „Was eigentlich die von Ratzeburg auf ein einzelnes Exemplar hin aufgestellte, in Lärchenstangen wie *Tortrix pactolana* lebende *Tortrix grunertiana* ist, steht dahin." Er vermutet, daß es eine dunkle Form von *T. coniferana* sei. Ebensowenig glaubte von Kennel an die Artberechtigung der *grunertiana*, führt er sie doch in seiner Bearbeitung der Wickler in Spulers Werk überhaupt gar nicht an, und in seinem Hauptwerk stellt er sie als Synonym zu *pactolana*.

Andererseits hat sich Rebel schon 1907 dahin ausgesprochen, daß *grunertiana* existiere und möglicherweise eine eigene Art sei.

Im Jahre 1911 ist sie nun auch plötzlich in der Literatur wieder aufgetaucht. Der bekannte Microlepidopterologe Schütze (1911) hat sie in größerer Zahl aus jungen Lärchenstämmen in Schlesien gezogen, glaubte aber, daß die Unterschiede kaum genügten, um *grunertiana* als besondere Art aufzufassen. Baer, der 1917 über diese Funde Schützes berichtet, ist der Meinung, daß die Lärchenexemplare mit *pactolana* morphologisch identisch seien, wohl aber sei *grunertiana* als „biologische Varietät" von *pactolana* aufzufassen, d. h. es handle sich bei ihr offenbar nicht um ein nur gelegentliches und vorübergehendes Übergehen von *pactolana* von Fichte auf Lärche, sondern um eine besondere Abzweigung, die sich dauernd an die letztere Holzart gewöhnt und angepaßt hat. So konnte Schütze die *Grunertiana* in einem isolierten Lärchenbestand nicht wiederum von neuem erstehen sehen, nachdem er sie in demselben einmal ausgerottet hatte, trotzdem in den Fichtenorten ringsumher *pactolana* überaus häufig war. Zudem sei auch die Lebensweise an den beiden Holzarten keineswegs die gleiche. *Grunertiana* wählt nicht wie *pactolana* junge Bäume, sondern findet sich vorzugsweise an stärkeren, etwa 30jährigen Stämmen, und hier auch nicht am Grunde der lebenden Äste, sondern an verletzten Stellen des Stammes in den Überwallungen der Wundränder und besonders gern unter der Ansatzstelle von abgestorbenen Ästen. Auch Baer konnte im Tharandter Walde das gleiche Vorkommen kennenlernen, indessen gelang ihm die Erziehung von Faltern nicht.

Inzwischen, d. h. 2 Jahre nach der Schützeschen Veröffentlichung, war auch von dem Schweizer Entomologen Thomann *grunertiana* in Grau-

bünden gezogen worden. Er berichtet in einer im Jahre 1914 erschienenen Arbeit, die Baer unbekannt geblieben ist, ausführlich über die Bionomie und systematische Stellung von *grunertiana* und kommt durch eingehenden Vergleich zu dem Ergebnis, daß *pactolana* und *grunertiana* zwar zwei einander nahestehende, aber doch gut getrennte Arten sind. Diese Unterscheidung fand durch die Untersuchung des männlichen Genitalapparates der beiden Formen eine vollkommene Bestätigung. So ist also nun die Ratzeburgsche *grunertiana* als gut begründete, selbständige Art wieder auferstanden.

Bezüglich der Beschreibung von *grunertiana* sei die Schilderung von Thomann hier wiedergegeben:

Falter: Ein Vergleich der beiden Arten (*pactolana* und *grunertiana*) sagt uns auf den ersten Blick, daß wir hier zwei durchaus verschiedene Tiere vor uns haben. Der auffälligste Unterschied liegt in der Grundfarbe, grauschwarz bei *grunertiana* Rtzb., hellgraubraun bei *pactolana* Zll. Das Wurzelfeld ist bei *grunertiana* meist etwas heller, mehr schiefergrau abgetönt als der übrige Teil der Vorderflügel, und auch bei *pactolana* erhält die Färbung hier etwelchen Schein ins Graue. Letztere Art zeigt ferner im Saumdrittel eine äußerst feine gelbe Punktierung, herrührend von zweifarbigen Schuppen, die an der Spitze gelb, im übrigen die Grundfarbe (graubraun) tragen, was *grunertiana* stets fehlt. Die helle Zeichnung ist bei beiden Arten ziemlich dieselbe und bei beiden meist deutlicher im weiblichen als im männlichen Geschlecht. Bei *grunertiana* ist sie jedoch viel auffälliger, erstens ist der Kontrast größer gegenüber der Grundfarbe, und sodann ist die Zeichnung an sich heller als bei *pactolana*, wo sie mit gelblichen Schuppen überdeckt ist. Bei weiblichen Exemplaren der *grunertiana* sind die Linien meist rein weiß und scharf abgegrenzt gegen die Grundfarbe, während sie im Mittelfeld beim Männchen etwas verschwommen hell bläulichgrau erscheinen. Rein weiß und scharf akzentuiert bleiben jedoch auch hier die Vorderrandshäkchen. Die Metall-Linien des Saumfeldes sind bei *grunertiana* schön blau oder violett, dagegen hell bleigrau bei *pactolana*, höchstens mit schwach violettem Glanze. Die Zeichnung im Spiegel beschränkt sich bei dieser Art meist auf einige schwarze randständige Punkte, selten sind komplette Linien vorhanden, bei *grunertiana* ist der Spiegel durch dicke schwarze Längsstriche ausgefüllt, die höchstens durch einige weiße oder violette Schuppen voneinander getrennt werden.

Die Augenpunkte vor dem Saume sind bei *grunertiana* in der Regel schärfer ausgeprägt, und während bei dieser Art auch der dem Innenwinkel näher gelegene Punkt Saumlinie und Fransen weiß durchschneidet, und zwar auf der Ober- wie auf der Unterseite, trifft dies für *pactolana* in der Regel nur für den vorderen Punkt zu, während der hintere Saumlinie und Fransen nicht mehr tangiert, meist schwächer entwickelt ist und namentlich auf der Unterseite öfters fehlt. *Grunertiana* ist durchschnittlich etwas größer und kräftiger gebaut als *pactolana*.

Raupe rötlich-hellgrau, mit durchscheinendem dunklerem Darm und bräunlichem Kopf- und Nackenschild.

Puppe glänzend hellbraun.

Als Fraßpflanze scheint ausschließlich die Lärche in Betracht zu kommen, und zwar im Stangenholzalter. An jungen Lärchen braucht man nach Schütze die Raupe ebensowenig zu suchen als an alten; man findet sie am sichersten an 30jährigen Stämmen. Thomann konnte ihre Gegenwart nur an Bäumen von ca. 8—15 cm Stammdurchmesser (ca. 1 m über dem Boden gemessen) feststellen.

Die von der Raupe bewohnten Stellen fand Thomann von nur wenigen Dezimetern über dem Boden bis zu Mannshöhe, öfters unmittelbar unter den etwas rissigen Ansatzstellen von grünen oder auch an solchen be-

reits toter, abgebrochener Äste. Mehrere Infektionsstellen wurden an Lärchen beobachtet, welche 1 oder 2 Jahre vorher mit der Axt gezeichnet worden waren. Die *Lasp. grunertiana* darf daher als ein Wundparasit jüngerer Lärchen angesehen werden. Das Weibchen legt seine Eier zweifellos mit Vorliebe an Stellen, wo die Rinde gespalten oder rissig ist, sowie direkt an die Ränder offener Wunden.

„Die Raupe lebt zwischen Rinde und Holz im Bast, von diesem und dem Cambium sich nährend. Sie frißt einen kurzen, breiten Hauptgang aus, von welchem sich öfters einige kurze seitliche Fraßgänge nach oben oder schräg seitwärts abzweigen."

„Die glänzend hellbraunen Puppen findet man von Ende Mai ab. Sie liegen in einer aus schneeweißer Seide gefertigten Wiege, deren vorderes Ende dicht unter dem Kotklumpen liegt, der uns die Anwesenheit der *grunertiana* im Lärchenstamm verrät." Die Falter erscheinen anfangs bis Mitte Juni.

Laspeyresia duplicana Zett.

Taf. IV, Fig. 12.

Dunkelbrauner Fichtenrindenwickler.

Ratzeburg: *Tortrix (Grapholitha) dorsana* Hb. — Altum: *Tortrix duplicana* Zett. — Nitsche: *Tortrix duplicana* Zett. — Nüßlin-Rhumbler: *Grapholitha duplicana* Zett. — Wolff-Krauße: *Laspeyresia duplicana* Zett.

Falter: Der *pactolana* sehr ähnlich. Vorderflügel dunkelbraun, mit schwarz gestricheltem und glänzend bleigrau eingefaßtem Spiegel. In der Mitte des Dorsums (Innenrand) ein weißer, saumwärts gebogener, durch eine feine dunkle Linie geteilter Dorsalfleck[1]). Außerdem 4 Häkchenpaare hinter und ein sehr großes vor der Mitte des Vorderrandes weiß. Hinterflügel dunkel graubraun. Spannweite 15 mm (Abb. 317).

Raupe schmutzig weißlich, Kopf braun, Nackenschild schwärzlich braun. Analschild ohne Auszeichnung.

Die weit über Mittel- und Nordeuropa (von Italien bis Lappland) verbreitete Art ist bisher in allen forstentomologischen Lehrbüchern in biologischer und forstlicher Hinsicht der *pactolana* gleichgestellt und meist mit dieser gemeinsam abgehandelt. Erst Baer (1917) hat auf das Irrtümliche dieser Anschauung hingewiesen und gezeigt, daß *duplicana* eine von *pactolana* gänzlich verschiedene Lebensweise führt: sie lebt in Harz bzw. harzreichen Bildungen an Nadelholz. Bis jetzt wurde sie vor allem gezogen aus den harzreichen Anschwellungen der Tanne, die durch die Aecidienform *(Aecidium elatinum)* der *Melamspora cerastii* Schröt. hervorgerufen werden, also aus den sogenannten Tannenkrebsen, sowie aus den ebenfalls von Rostpilzen, und zwar den Gymnosporangienarten herrührenden Zweigverdickungen der *Juniperus*-Arten. Baer fand sie ferner im Tharandter Wald als eine regelmäßige, wenn auch nicht häufige Bewohnerin der verharzenden Wundränder der Sommerschälungen des Rot-



Abb. 317.
Laspeyresia duplicana Ztt. 2×.

[1]) Ratzeburgs Abbildung (W. II., Taf. V, Fig. 10) zeigt diesen Dorsalfleck sehr deutlich; sie stellt zweifellos *duplicana* dar.

wildes an Stämmen und Stangen der Fichte (in Gesellschaft von *Dioryctria splendidella* H. S.). „Der Fraß verrät sich hier nicht nur durch Häufchen von braunem(zuweilen auch weißlichem) Kot, die denen von *pactolana* gleichen, sondern vor allem durch auffallende, zierliche, in der Gestalt an Korallen erinnernde Harzkrusten. Den mit Gespinst ausgekleideten Fraßkanal selbst findet man darunter in der Überwallung des Wundrandes." Übrigens findet sich auch bei Ratzeburg (F. II, 217) eine Bemerkung, die sich auf ein solches Vorkommen bezieht: „Außer diesem gewöhnlichen Aufenthaltsort" (d. h. der Rinde an den Quirlen), heißt es da, „findet sich die Raupe (seiner *dorsana*) in den trockenen Harzklumpen, die sich an Stämmen und Zweigen größerer und kleinerer Bäume, meist beschädigter, finden." Meist handle es sich dabei um die helle Varietät (seiner *dorsana*), und das ist eben *duplicana*. An Kiefer ist die Art bisher noch nicht gefunden worden. Gegenüber diesem Vorkommen in Harzgebilden aller Art hebt Baer besonders hervor, daß weder ihm noch dem an Erfahrung so reichen Züchter wie Schütze bei ihren vielen *pactolana*-Zuchten jemals ein *duplicana*-Falter mit *pactolana* zugleich aus demselben Material ausgekommen sei, wie es nach den bisherigen Angaben in der forstentomologischen Literatur zu erwarten gewesen wäre.

Auch bezüglich der Flugzeit konnten die beiden Forscher die bisherigen Angaben, daß dieselbe etwa 4 Wochen später stattfindet als von *pactolana*, nicht bestätigen. Baer hat im Gegenteil *duplicana* bei Tharandt schon am 17., 18. und 24. Mai erbeutet, zu einer Zeit, in der von *pactolana* noch kaum die ersten Falter erscheinen.

Forstlich ist *duplicana* ihrem hier beschriebenen Vorkommen nach ohne wirtschaftliche Bedeutung. Dazu kommt, daß sie durchaus nicht häufig ist, ja in vielen Gegenden als eine Seltenheit gilt. „Dies braucht jedoch," schreibt Baer, „durchaus nicht immer der Fall gewesen zu sein, da gegenwärtig die „reine Wirtschaft im Walde" der Vermehrung des Insekts keineswegs günstig ist, namentlich aber haben früher zeitweise die Rotwildschälungen einen viel größeren Umfang angenommen oder — was dem gleichkommt — die Harzgewinnung unserer Fichte mit ihrem Lachenverfahren hat (ehedem) der Art Brutstätten viel reichlicher geboten."

Laspeyresia coniferana Rtzb.

Taf. IV, Fig. 13.

Schwarzer Nadelholzwickler, Tannenkrebswickler.

Ratzeburg: *Tortrix (Grapholitha) coniferana* Saxs. — Nitsche: *Tortrix (Grapholitha, Semasia) coniferana* Rtzb. — Nüßlin-Rhumbler: *Grapholitha coniferana* Rtzb. — Wolff-Krauße: *Laspeyresia coniferana* Rtzb.

Falter: Vorderflügel braungrau, Wurzelfeld durch eine saumwärts scharf gebrochene, doppelt weißliche Querlinie begrenzt, deren beide Hälften am Hinterende weiter auseinanderstehen als am Vorderrande. Am Vorderrande zwei weiße Häkchenpaare, dazwischen ein oder zwei einfache weiße Häkchen. Aus dem am weitesten wurzelwärts stehenden Häkchenpaare eine undeutliche, doppelte, an dem Spiegel vorbeiziehende helle Linie. Spiegel dreieckig, scharf schwarz gestrichelt, von Bleilinien eingefaßt. Fransen etwas heller als der Grund, mit dunklerer Teilungslinie. Hinterflügel braungrau mit hellgrauen Fransen und dunklerer Teilungslinie. Oft werden die Exemplare viel dunkler, und die Zeichnung tritt dann viel weniger scharf auf. Spannweite 9—13 mm (Abb. 318).

Raupe weißlich, Kopf hellbraun, Nackenschild noch heller, schmal, die Analklappe kaum angedeutet.

Die geographische Verbreitung dieser Art erstreckt sich über Mitteleuropa (bis Norwegen). Sie lebt wie die vorige in harzreichen Bildungen von Nadelhölzern.

Coniferana wurde von Ratzeburg aus Fichte gezogen, und zwar aus dem übrig gebliebenen unteren Ende eines durch Sturm splittrig abgebrochenen Fichtenstammes, wo die Raupe senkrechte Gänge in den Bast gefressen hatte, besonders in der Nähe der Ränder." Außerdem teilt Ratzeburg auch noch das (von Zebe beobachtete) Vorkommen in Kiefer mit (zusammen mit *Pissodes notatus* F. in jungen Kiefernstämmchen).



Abb. 318. *Laspeyresia coniferana* Rtzb. $2^1/_2 \times$.

Judeich (1876) berichtet eine Beobachtung Fritsches, der *coniferana* aus Tharandter Fichten gezogen hat, und zwar in Gesellschaft von *pactolana*. Doch bestand insofern ein Unterschied zwischen beiden, als letztere an den Astquirlen sich fand, während *coniferana* entfernt davon, an anderen Stellen des Stämmchens sich entwickelte. Nitsche vergleicht *coniferana* biologisch mit *pactolana*, doch sei *coniferana* nicht so monophag.

Nach Baer (1917) ist *coniferana*, die im allgemeinen zahlreicher als *duplicana* auftritt, hauptsächlich eine Bewohnerin von verharzten, pilzkranken Teilen der Kiefer. „Regelmäßig trifft man sie daher, meist in Gesellschaft von *Dioryctria*, in den durch *Peridermium pini* (Kiefernrindenblasenrost) verursachten Astanschwellungen sowie den von diesem herrührenden bekannten „Kienzöpfen". Ganz besonders zahlreich pflegt sie sich an Weimutskiefern einzustellen, die von dem entsprechenden Blasenrost, der Accidienform *(Peridermium strobi)* von *Cronartium ribicolum* Dietr., befallen sind[1]). In Dänemark wurde sie auch an Schwarzkiefern anscheinend unter ähnlichen Verhältnissen beobachtet. Kaum weniger bevorzugt sie ferner die verharzende Rinde der von *Agaricus melleus* Vahl befallenen Stämme, und auch in einfachen Schälwundrändern fehlt sie nicht." Auch aus Tannenkrebsen wurde sie öfter gezogen.

Laspeyresia cosmophorana Tr.

Taf. IV, Fig. 14.

Kiefernbeulenwickler.

Ratzeburg: *Tortrix (Coccyx) cosmophorana* Tr. — Nitsche: *Tortrix (Grapholitha, Semasia) cosmophorana* Tr. — Wolff-Krauße: *Laspeyresia cosmophorana* Tr.

Falter: Vorderflügel dunkel olivenbraun, die hinteren zwei Drittel von feinen, in Querlinien stehenden, goldgelben Stäubchen bedeckt. Wurzelfeld saumwärts begrenzt durch eine ziemlich breite, in der Mitte manchmal unterbrochene Bleilinie. In ihm mitunter zwei kleine silberne Pünktchen. Mittelfeld saumwärts begrenzt durch eine etwas geknickte helle Bleilinie, die in der Mitte manchmal bläulich bestäubt ist und dicht an dem Spiegel vorüberzieht, der schwarz

[1]) Auch von Butovitsch (1930) fand die Raupe von *coniferana* an verharzten Stellen von Weimutskiefern. „Die Raupe frißt unregelmäßige, mit Gespinstfäden umkleidete und durchzogene Gänge und Höhlen, die stark verharzt und zum Teil mit Kot erfüllt sind."

gestrichelt und glänzend bleigrau eingefaßt ist. Die hintere Bleilinie entspringt aus dem vierten einfachen Häkchen des Vorderrandes, hinter dem noch drei weitere einfache Häkchen stehen. Das erste Häkchen verbindet sich mehr oder weniger mit einem etwas unter der Spitze an dem Saum stehenden hellen Fleckchen, so daß die Grundfarbe an der Flügelspitze hell eingefaßt wird. Fransen grau, mit scharfer, schwarzer Teilungslinie. Hinterflügel dunkelbraun, Fransen hell mit dunklerer Teilungslinie. Spannweite 10—13 mm (Abb. 319).

Raupe fast weiß, Kopf hellbraun, Nacken und Analschild von Körperfarbe.

Puppe durch den Mangel an Dornen leicht kenntlich.

Die über Mittel- und Nordeuropa verbreitete Art lebt als Raupe in den Harzgallen der *Evetria resinella* L. und anderen Harzausflüssen der Kiefer.

Die ersten Beobachtungen über das Vorkommen dieser Art in Harzgallen stammen von Hartig (1834). Ratzeburg schrieb ihr eine ähnliche Lebensweise wie *resinella* zu: „Sie stimmt so vollkommen in ihrer Ökonomie mit dem Harzgallenwickler überein, daß man wenig zur Unterscheidung beider anführen kann." Nur seien ihre Harzgallen „kleiner und nähmen nur die eine Seite des Astes ein, dessen andere Seite sehr stark aufgetrieben erscheine".

Baer (1917) hat auch hier wieder Klarheit geschaffen. Ich gebe hier seine Schilderungen wieder: „Für Sammlungen wird *cosmophorana* fast nur durch Zucht aus den Harzgallen von *Evetria resinella* L. an Kiefer erlangt. Hier lebt das Räupchen im wesentlichen in der eigentlichen Gallbildung, d. h. in der am Grunde des Harzgehäuses befindlichen Zweiganschwellung, und zwar von dem hier durch den *resinella*-Fraß entstandenen Wundgewebe, also ganz entsprechend den sich ebenfalls daselbst zuweilen findenden Raupen von *Dioryctria abietella* Schiff. Gleichwohl zeigt sich später nach der Entwicklung die vorgeschobene Puppenhülse ebensowohl an diesem holzigen, wie an dem harzigen Teile des ganzen Gallengebildes. Man nimmt allgemein an, daß nur die von ihrem Erzeuger wenn auch soeben erst, so doch bereits verlassenen Gallen, die sogenannten „alten", von *L. cosmophorana* belegt werden. Bevorzugt hierbei werden die an den Stämmchen befindlichen Gallen, bei denen die Kallusbildung sich kräftiger und saftreicher zu erweisen und länger anzudauern pflegt als an den Enden der Zweige. Ich selbst habe indessen *cosmophorana* auch zugleich mit *resinella*, also als eine Art von Einmieterin, aus deren Galle gezogen. Diese Vorkommnisse sind wohl sozusagen als eine Zufluchtsstätte für den „eisernen Bestand", die sich jederzeit bietet, anzusehen, gewiß ist aber die Art auf sie nicht beschränkt, sondern tritt auch im Gefolge der verschiedensten mechanischen Beschädigungen, z. B. auch durch Hagelschlag an Kiefernstämmchen und -zweigen auf. Auch erscheint ihr angebliches Vorkommen in Kiefernzapfen ihrer sonst mit *Dioryctria abietella* übereinstimmenden Geschmacksrichtung nicht unglaublich, zumal in solchen, die durch den Angriff der letzteren verbildet werden und verharzen. Außer an Kiefer scheint *cosmophorana* bisher nur an Wacholder beobachtet worden zu sein, an welchem Zweigknoten als die Wohnstätte des Räupchens angegeben werden."



Abb. 319. *Laspeyresia cosmophorana* Tr. $2^1/_2$ ×.

Laspeyresia corollana Hb.

Taf. IV, Fig. 15 ♀.

Falter: Vorderflügel schwarzbraun, mit einer aus mehreren hellen (weißlich-gelblich-rötlichen) Strichen bestehenden, in der Mitte fast rechtwinklig geknickten Querbinde. Spiegel ockergelb, mit mehreren schwarzen Strichen, von dunklen Bleilinien eingefaßt. Fransen grau glänzend, mit schwarzer Teilungslinie. Hinterflügel beim Männchen gewöhnlich weiß mit brauner Spitze, beim Weibchen immer dunkelbraun. Spannweite 12—13 mm (Abb. 320).

Raupe weiß, mit blassen, nur bei Vergrößerung sichtbaren Punkten, Kopf hellbraun, Nackenschild gelblichbraun, Analplatte kaum angedeutet.

Der über Mitteleuropa verbreitete Wickler hat dadurch einiges forstentomologisches Interesse, daß sich seine Raupe in den Gallen des kleinen Aspenbockes, *Saperda populnea* L. (s. Bd. II, S. 260ff.) entwickelt. Sie „benagt die Rinde der Astanschwellungen vom Aspenböckchen im Schutze einer von Exkrementen und Genagsel erfüllten Gespinstdecke und zieht sich dazwischen mehr oder weniger auch in die meist verlassene Gallenwohnung zurück“. Wenn es auch meist verlassene Gallen sind, in denen die Raupe lebt, so wurde sie von Baer (1908) doch mehrfach auch an „noch besetzten, erst zweijährigen Gallen“ beobachtet, in welchem Fall „sie also als eine Art Einmieterin bei der zum zweiten Male überwinternden Bockkäferlarve lebt“. Die Flugzeit des Falterchens fällt in den Monat Mai.



Abb. 320.
Laspeyresia corollana Hb.
$2^1/_2$×.

Der Befall der *populnea*-Gallen mit *corollana* ist an dem Kot zu erkennen, der an den Gallen äußerlich anklebt.

Laspeyresia strobilella L.

Taf. IV, Fig. 16 ♀.

Fichtenzapfenwickler.

Ratzeburg: *Tortrix (Coccyx) strobilana* L. (Tannenzapfenwickler). — Nitsche: *Tortrix (Grapholitha, Semasia) strobilella* L. (*strobilana* L.). — Nüßlin-Rhumbler: *Grapholitha strobilella* L. — Wolff-Krauße: *Laspeyresia strobilella* L.

Falter: Vorderflügel olivbraun, gegen den Saum zu etwas heller, Wurzelfeld dunkler, von 2 schwach gebogenen, dunklen Bleilinien begrenzt, Vorderrand mit 6 weißen Häkchen. Spiegel undeutlich, nur selten mit einer Spur schwarzer Punkte an der Saumseite. Hinterflügel graubraun oder schwarzgrau mit weißlichen Fransen. Spannweite 13 mm (Abb. 321).

Raupe einfarbig weißlich oder gelblichweiß, Nackenschild kaum dunkler, Kopf hellbraun. Segmente mit hellbräunlichen, nicht von Wärzchen entspringenden Härchen besetzt.

Puppe mit vorspringender Stirn, Afterwulst mit 4 Hakenborsten.

Die Art ist über ganz Mittel- und Nordeuropa verbreitet und scheint überall häufig zu sein. Als Fraßpflanze ist bis jetzt nur die Fichte (Zapfen) beobachtet worden. Bechstein führt zwar auch die Weißtanne an, doch bedarf diese Angabe noch der Bestätigung.

Die Bionomie ist von Ratzeburg (F. 218—220), Gericke (1889), Nitsche, Trägårdh (1915), Holste (1922) u. a. geschildert worden.

Die Entwicklung ist meist[1]) einjährig und vollzieht sich nach der Bioformel

$$\frac{45 - 6{,}4}{4 + 45}$$

Die Flugzeit erstreckt sich in der Hauptsache von Ende April bis Ende Mai, anfangs Juni. Holste erhielt die ersten Falter in den Freilandzuchten sogar schon am 30. März, in der Mehrzahl schlüpften sie aber von Mitte April bis Mitte Mai. Nach dem 15. Mai erschien kein Exemplar mehr[2]).



Abb. 321. *Laspeyresia strobilella* L. (Fichtenzapfenwickler). 2 ×.

Der Falter fliegt am Tage, sowohl vor- wie nachmittags, anfangs mehr unten, später mehr in der Nähe der Wipfel. In geschlossenen Beständen liebt er die besonnten Stellen. Die weißen Eier werden äußerlich an einer beliebigen Stelle der jungen, grünen Zapfen abgelegt.

Die Räupchen, von denen öfters mehrere, bis zu 10 und mehr, einen Zapfen befallen, bohren sich ein und fressen das Mark der Spindel aus, bald von dem einen, bald von dem anderen Ende anfangend. Erst wenn die Raupen fast ausgewachsen sind, werden die Zapfenschuppen und auch die Samen angegangen (Abb. 323). In den Gängen der Raupen liegt krümeliger brauner Kot. Bisweilen krümmen sich die Zapfen, zeigen Harzausfluß oder bleiben überhaupt verkümmert, doch bewahren sie oft ein völlig normales Aussehen, selbst bei starkem Befall. Holste zog aus Zapfen, die „ganz normal gebildet waren und weder eine Krümmung noch Harztropfen zeigten", bis zu 10 Falter.

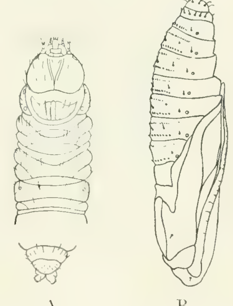


Abb. 322. A Raupe (Vorderteil und Analsegment). B Puppe von *Lasp. strobilella* L. A nach Ratzeburg; B nach Trägårdh.

Im Herbst sind die Raupen erwachsen, überwintern in den Zapfen und verpuppen sich, mitunter schon im Februar oder März, nach Gericke (1889), der die Generation am genauesten beobachtete, meist erst gegen Ende April. Die Puppen schieben sich dann zwischen den Zapfenschuppen vor und entlassen den Falter. An den leeren Puppenhülsen, die halb hervorragend zwischen den Zapfenschuppen hängen bleiben, läßt sich der vorhergegangene Befall leicht feststellen.

Einige Beobachtungen von Ratzeburg weisen darauf hin, daß auch ein Überliegen der Raupen bis in das zweite Jahr vorkommen kann, so daß also die Generation zweijährig wird. Holste konnte diese Beobachtung allerdings nur für einen geringen Prozentsatz der Raupen bestätigen.

Ratzeburg stellt *strobilella* zu den merklich schädlichen Forstinsekten. Wie stark verbreitet der Wickler ist, ergab sich aus den Untersuchungen, die im hiesigen Institut von Holste ausgeführt wurden und bei

[1]) Über das Überliegen siehe unten.

[2]) Im geheizten Zimmer schlüpfte die Mehrzahl der Falter schon Mitte März, also vier Wochen früher.

denen sämtliche sehr zahlreiche Zapfenproben aus ganz Oberbayern den Wickler enthielten.

Die Folgen des Fraßes sind mehrfacher Art:

1. Die befallenen Zapfen, mögen sie auf dem Baum bleiben oder abfallen, öffnen sich nicht vollständig, so daß der Samen zwischen den Schuppen hängen bleibt. Dadurch kann auch in sehr günstigen Samenjahren die natürliche Besamung verhindert und die Samenernte beeinträchtigt werden.
2. Durch den Fraß wird die Keimkraft der Samen stark verringert. Nach Gericke (1889), der eingehende Untersuchungen in dieser Richtung vorgenommen, gingen von den Samen von 7 Zapfen, die besetzt waren

mit	1	2	3	4	5	6 Stück Raupen
auf:	26%	15%	18 u. 15%	23%	6%	0%

3. Werden in vielen Fällen auch beträchtliche Zerstörungen in den Samen selbst verursacht. So ergab 1 hl befallene Zapfen statt 600 g nur 350 g Samen. „Lagern die Zapfen im Winter über warm, so werden allmählich alle Samen verzehrt“ (Reh).



A



B

Abb. 323. A Durchschnittener Fichtenzapfen, in welchem mehrere Raupen in der Markröhre sitzen und von hier aus die Früchte anfressen. Nach Ratzeburg. B Stück eines durchschnittenen Fichtenzapfens mit fast erwachsener Raupe von *L. strobilella* L. Links in der Höhe des Raupenkopfes sieht man Kot zwischen den Samen.

Über den Schaden von *strobilella* wird zwar vielfach geklagt, schon vom Ende des vorvorigen Jahrhunderts an (v. Linker 1798), doch sind Literaturangaben über größere Verwüstungen selten. 1860 waren die Raupen im Schönbusch bei Aschaffenburg in den Zapfen so häufig, daß das Sammeln der Fichtenzapfen zur Samengewinnung eingestellt werden mußte (Döbner, 1862). 1886 und 1888 wurden in den niederbayrischen Waldungen fast die gesamten Zapfen zerstört (v. Raesfeld, 1889). Am Ende der achtziger Jahre, namentlich 1888, ist die Samenproduktion in den preußischen Oberförstereien Glatz, Carlsberg, Reinerz, Nesselgrund usf. schwer geschädigt worden (Gericke, 1889).

In epidemiologischer Beziehung, vor allem über die Zusammenhänge zwischen Klima und Gradation, herrscht noch völliges Dunkel. Wir wissen nur, daß der *strobilella*-Vermehrung ein großes Heer von Parasiten entgegensteht, mit denen sich vor allem Trägårdh (1915) eingehend beschäftigt hat. In Schweden wurden als die wichtigsten Parasiten *Nemeritis cremastoides* Hgn. und eine *Bracon*-Art (*anthracinus* Nees?) festgestellt, von denen in manchen Gegenden 30% der *strobilella* besetzt waren; weit weniger wirkungsvoll erwies sich *Ephialtes glabratus* Rtzb., der es meist nur auf 5%, nur in Ausnahmefällen auf 20—30% brachte.

Eine Bekämpfung könnte höchstens darin bestehen, die unreif abgefallenen Zapfen einzusammeln und zu vernichten.

Als weitere *Laspeyresia*-Art sei hier noch genannt:

Laspeyresia illutana H. S., die in der Zeichnung der *coniferana* ähnelt. Sie lebt nach Kennel als Raupe im August in den Zapfen der Weißtanne, nach Wolff-Krauße „von Juli bis September in Gallen von *Chermes viridis* auf Fichte, zusammen mit *Dioryctria abietella* Rtzb. und *Eupithecia abietaria* Gz.“.

Anhangsweise sei noch die Wickler-Gattung

Pammene Hb. kurz erwähnt, die hauptsächlich durch Eigentümlichkeiten des männlichen Geschlechtes betreffend das Geäder der Hinterflügel und das Abdomen (die Tergite 6 und 7 sind in der Ruhelage so nach oben und unter das 5. Tergit geschoben, daß von oben gesehen auf das 5. Tergit gleich das 8. folgt) von *Laspeyresia* unterschieden ist, sonst aber, besonders in Färbung und Zeichnung, sich letzterer eng anschließt.

Die Raupen leben teils in Zweigen oder in zusammengesponnenen Blättern, teils in Früchten oder *Cynips*-Gallen. „Zur Überwinterung und Verpuppung gehen viele von ihnen unter die Rinde von Bäumen oder in morsches Holz, wo sie häufiger und leichter zu finden sind als an ihrer Nahrungsquelle“ (Kennel).

Es seien hier genannt:

Pammene fimbriana Hw. (Taf. IV, Fig. 17 ♀). Raupe von Juni bis August in Eichengallen. Überwinterung in morschen Eichenzweigen. Disqué fand sie einmal in der Frucht von *Castanea vesca*.

Pammene splendidulana Gu. — Raupe (weißlich mit schwarzen Punkten) lebt an Eichen zwischen zusammengesponnenen Blättern, die sie skelettiert; zur Verpuppung frißt sie sich in dürres Holz ein (Neblich, 1906).

Pammene juliana Curt. — Raupe von August bis Oktober in den Früchten von Eichen, Buchen, Edelkastanien, auch Ahorn, geht dann unter die Rinde und in das Moos der Stämme, wo sie überwintert und sich dann verpuppt.

Literatur über Tortriciden II.

Epibleminae.

Gattung *Evetria* bis *Pammene*.

Allers, 1927, Vom diesjährigen Auftreten des Fichtennestwicklers (*Tortrix tedella*) im Harz. — Forstarchiv 22—23.

Altum, 1876, Eicheln- und Buchelnwickler. — Z. f. F. u. J. VIII, S. 284—285.

—, 1886, *Tortrix (Grapholitha) zebeana* Rtzb. — Dieselbe XVIII, S. 44—45.
Anonymus, 1892, Zum Auftreten des Fichtenhohlnadelwicklers. Österr. F.-Ztg., S. 89.
—, 1903, Beobachtungen über den Fichtennadelwickler *Grapholitha tedella*, sein Auftreten, Verhalten und seine Vertilgung in der Wartei Krugfabrik, K. F. A. Oberhach im Jahre 1899/1900. — Bayer. Forst- u. J.-Ztg. X, Nr. 19—23.
Badoux, 1922, The grey Pyralis on the Larch *(Steganoptycha pinicolana)* injurious to the Siberian Pine and Mountain Pine in Switzerland. — Journ. forest. suisse, Nr. 1, S. 1—6.
Baer, W., 1903, Beobachtungen über *Grapholitha tedella*. Thar. J., S. 195.
—, 1906, Ein Fraß von *Steganoptycha nanana* Tr., nebst Bemerkungen über ähnlich lebende Kleinfalter. — N. Z. f. L. u. F. IV, S. 429 ff.
—, 1909, Dem Fraß der Kieferntriebwickler ähnliche Erscheinungen. In: Escherich u. Baer. Thar. zoologische Miscellen. N. Z. f. L. u. F. VII, S. 197
—, 1909, *Steganoptycha vacciniana* Zll. als Heidelbeerschädling. In: Escherich u. Baer, Thar. zool. Miscellen. N. Z. f. L. u. F. VII, S. 194.
—, 1910, *Asthenia (Steganoptycha) pygmaeana*. In: Escherich u. Baer, Thar. zool. Miscellen. Ebenda VIII, S. 147.
—, 1910, *Epiblema tetraquetrana* Hw. In: Escherich u. Baer, Thar. zool. Miscellen. Ebenda VIII, S. 172 ff.
—, 1917, Die Fichtenrindenwickler und Fichtenknospenmotten. — Thar. J.
Beling, 1864, Der Fichtennestwickler und der Fichtenrindenwickler. Verhdl. Harz. Forst-Vereins. 129—135.
Berg, v., 1834, Über das Vorkommen des Fichtenwicklers *(Phalaena, Tortrix pinetana)* am Harz. Allg. F. u. J. 57—58 u. 63—64.
Bodenheimer, F. S., 1927, Ein Befall von *Evetria buoliana* var. *thurificana* Led. in Pinienbeständen des Karmel (Palästina). Z. f. ang. Entom. Bd. 12, S. 473—483.
Borggreve, B., 1895, Waldschäden im oberschlesischen Industriegebiet nach ihrer Entstehung durch Hüttenrauch, Insektenfraß usw. Frankfurt a. M.
Borgmann, H., 1892, Neue Beobachtungen und Untersuchungen über Lärchenfeinde. — Z. f. F. u. J. XXIV, S. 749.
—, 1895, Ein neuer Lärchenfeind, *Tmetocera zellerana* Bgm. = *Tmetocera ocellana* Bgm. = *Tmetocera ocellana* var. *laricana* Zll. F. N. Z. Bd. IV, S. 171—175.
Borries, 1895, Jagttagelser over danske Naaletrae-Insecter. Tidsskr. f. Scovv. Bd. 7, 46—48.
Busk, A., 1915, The European Pine Shoot Moth; a serious menace to Pine Timber in America. U. S. Dep. Agr. Bull. Nr. 170.
Butovitsch, V. v., 1930, Einige Bemerkungen über die an Weimutskiefern vorkommenden Schädlinge. Silva. S. 51—54.
Coaz, J., 1879, Mitt. Bern. natur. Ges.
—, 1894, Über das Auftreten des grauen Lärchenwicklers *(Steganoptycha pinicolana* Zll.) in der Schweiz. — Bern.
—, 1917, Über das Auftreten des grauen Lärchenwicklers *(Steganoptycha pinicolana* Zll.) in der Schweiz. — Schw. Z. f. F. Bd. 68.
Czech, 1878, *Retinia turionana* Hb. auf *Pinus ponderosa* Dougl. — Ctrbl. f. d. ges. Fw. Bd. IV, S. 156.
—, 1879, *Grapholitha pactolana, Magdalis duplicatus* und *phlegmaticus*. — Ebenda V, 78 u. 79.
—, 1880, Eine Wicklerraupe in Tannenknospen. — Ebenda VI, 277.
Davall, A., 1857, *Tortrix pinicolana* Zll. Eine neue Phalaene auf der Lärche. Schweiz. Forstjournal Nr. 11, S. 204.
—, 1858, *Tortrix pinicolana* Zll., eine neue Phalaene auf der Lärche. — Allg. F. u. J. XXXIV, S. 74—76.
Dingler, M., 1929, Ein Kleinschmetterling *(Argyroploce lacunana* Dup.) als Schädling an Buchensaat. Fw. Ctrbl., S. 673—676.

Döbner, 1862, Einige Bemerkungen über schädliche Forstinsekten. — Allg. F. u. J. XXXVIII, 276.
Dolles, 1893, *Grapholitha tedella.* — F. N. Z. II, S. 20—24.
Ebermayer, Th., 1880, Auftreten des Fichtenrindenwicklers in Oberbayern. — Fw. Ctrbl. XXIV, 72.
Eckstein, K., 1906, *Tortrix duplana.* — D. F. Z. XXI, 506.
—, 1910, *Retinia duplana* H. — Ebenda XXV, S. 667.
Enderlein, 1913, Der Lärchenwickler im Oberengadin. — Schw. Z. f. F. Bd. 64, S. 48.
Escherich, K., 1909, Einiges über den grauen Lärchenwickler (*Steganoptycha diniana* Gu.) In: Escherich u. Baer, Thar. zool. Miscellen — N. Z. f. L. u. F. VII, S. 188.
Etzel, von, 1880, Über das Auftreten des grauen Lärchenwicklers (*Tortrix pinicolana*) in Graubünden. — Z. f. F. u. J. S. 485.
Eulefeld, 1905, Der Fichtenzapfenwickler (*Tortrix strobilella*). — D. F. Z. XX, 419.
—, 1905, *Tortrix (Grapholitha) strobilella* L. — Allg. F. u. J. 36.
Fankhausen, 1898, Ein neuer Feind unserer Fichtenkulturen. — Schweiz. Z. 235.
Franz, 1905, *Tortrix pactolana* und *duplana* als Verderber der Fichtenkulturen. — Österr. Forst- u. Jagdztg. 184.
Frey, H., 1880, Die Microlepidopteren der Schweiz. Leipzig.
Fuchs, G., 1913, Forstzoologische Ergebnisse einer Sammelreise ins Engadin. 1. Der graue Lärchenwickler *Tortrix (Grapholitha) diniana* Gu. — N. Z. f. L. u. F. XI, S. 8.
Gasow, H., 1925, Eine neue biologische Grundlage zur Bekämpfung des Kiefernknospenwicklers (*Evetria buoliana* Schiff.). — Nachr. f. d. dtsch. Pflanzensch. 5. Jhrg., Nr. 1.
—, 1925, Beitrag zur Kenntnis des Kiefernharzgallenwicklers (*Evetria resinella* L.) und des Kiefernknospenwicklers (*Evetria buoliana* Schiff.). — Allg. F. u. J.
Gebbers, 1875, *Tortrix zebeana.* — Verhdlg. Harz. F.-V. (Anlagen), S. 34—35.
Gericke, 1889, *Grapholitha strobilella* L. — Z. f. F. u. J. XXI. 321—326.
Hartig, G. L. u. Th., 1834, Forstliches und forstlich-naturwissenschaftliches Conversationslexikon.
—, 1879, Der Fichtenrindenkrebs, erzeugt durch *Nectria cucurbitula* Fr. und *Grapholitha pactolana* Kuhlw., (*Tortrix dorsana*). — F. Ctrbl. N. F. I. 471—476.
Heinrich, C., 1926, Comments on the distribution of the European Pineshoot Moth.-Wash. Ac. of Sc. XVI. Nr. 4 104. (R. appl. Ent. XIV.)
Henry, E., 1892, La *grapholitha tedella* dans les Vosges. Rev. des Eaux et Forêts. XXXI. 12—19.
Hochhäusler, 1874, Die Entstehungsursache des sogenannten Lärchenkrebses. — Z. d. dtsch. Forstbeamten III, 169—171.
Horváth, G., 1896, Ein neuer Tannenfeind aus der Klasse der Insekten. — Termés Füzetek Bd. XIX, S. 187, Taf. V.
Ilse, 1926, Starkes Auftreten des Fichtennestwicklers, *Tortrix tedella.* — D. D. F., S. 169.
Jentsch, 1899, Der Fichtennestwickler, *Grapholitha tedella* L. Allg. F. u. J. Suppl. z. Jahrg. 1900. (Jahresbericht S. 78.)
Judeich, J. F., 1869, Entomologische Notizen. — Thar. Forstl. Jahrb. XIX. 347.
—, 1876, Die Waldverderber und ihre Feinde von Ratzeburg. 7. Aufl.
Keller, 1885, Beobachtungen auf dem Gebiet der Forstentomologie. — Schw. Z. f. d. Forstw. 10—26.
Köppen, 1880, Die schädlichen Insekten Rußlands. St. Petersburg.
Ladmann, 1905, *Tortrix pactolana* als Verderber der Fichtenkulturen. — Österr. Forst- u. Jagdztg. 167.

Lehmann, H., 1922, Die Obstmade, *Cydia (Carpocapsa) pomonella* L. — Neustadt (Berlet & Co.).
Loos, Curt, 1898, Beitrag zur Kenntnis der Lebensweise der Lärchentriebmotte, *Tinea laevigatella* H., und des Lärchenrindenwicklers, *Tortrix zebeana* Rtzb. auf dem Schluckenauer Domänengebiete. Ctrbl. f. d. ges. Fw. 265.
Lovink en Ritzema Bos, 1897, Tyd. Plantenz. Jrg. 3, p. 83—134, Taf. 5—7.
Lüstner, G., 1926, Der Fichtennestwickler, *Epiblema tedella* Cl. — Nachr. f. d. dtsch. Pflanzensch. Nr. 2.
Marchand, M. L., 1869, Mission forestière en Autriche. — Arbois.
Maresch, 1881, Auftreten des grauen Lärchenwicklers in Tirol. — Ctrbl. f. d. ges. Fw. VI, S. 119 u. 120.
Mer, E., 1892, La *Grapholitha tedella*. — Journ. de l'Agricult. 27. Jrg., T. 1, 59—63.
—, 1892, A propos de la *Grapholitha tedella*. — Rev. des Eaux et Forêts. 215—220.
Möller, A., 1903, Die wahre Ursache der angeblich durch elektrische Ausgleichungen hervorgerufenen Gipfeldürre der Fichten. — Z. f. F. u. J. 365.
—, 1904, Ebenso. II. Teil. Dieselbe. 481.
Müller-Thurgau, Osterwelder und Schneider-Orelli, 1917, Bericht der Pflanzenphysiologischen usw. Abteilung der Schweiz. Versuchsanstalt in Wädenswyl für die Jahre 1915 und 1916. — Landw. Jahrb. der Schweiz.
Nägeli W., 1929, Die Eiablage des grauen Lärchenwicklers (*Grapholitha diniana* Gu.). Mitt. Schweiz. Centr. f. forstl. Versuchsw.
Neblich, 1906, *Stenolechia gemella* L. u. *Pammene splendidulana* Gu. Zwei Kleinschmetterlinge auf Eichen. Fw. Ctrbl. XXVIII.
Nechleba, A., 1926, Hypertrophische Wucherung der Terminaltriebe an jungen Kiefern infolge des Frasses des Kieferntriebwicklers (*Graph. buoliana* Schiff.). — Anz. f. Schädlk. 2. Jhrg., S. 104.
Pomerantzew, D., 1902, Zur Kenntnis der auf Fichte (*P. excelsa*) lebenden schädlichen Insekten. — Zool. Anz. Bd. 25, S. 260—262.
Raesfeld, v., 1889, Ein Fichtenzapfenfraß. — F. Ctrbl. XXXIII, 268—270.
Ratzeburg, 1852, Insektensachen. 1. *Tortrix dorsana*. Pfeils Krit. Bl. XXXII. 132—138.
Rebel, H., 1907, Lepidopterologische Mitteilungen. — Vrhdl. Zool.-Bot. Ges. Wien. S. 95.
Reiß, 1903, Gipfeldürre der Fichte. — Fw. Ctrbl. 504.
Ritzema Bos, 1903, Über das schädliche Auftreten von *Retinia turionana*, nebst allgemeinen Bemerkungen über die Lebensweise der Retinien überhaupt. — Ctrbl. f. Bakt. u. Parasit. II. Bd. 10, S. 241—250.
Rodzianko, V. N., 1913, Über einige Microlepidopteren, deren Raupen in den Kieferkulturen bei Kiew schädlich aufgetreten sind. (Ref. Rev. appl. Ent. Bd. II, S. 516.)
Rübsaamen, Ew. H., 1889, Über Gallmücken und Gallen aus der Umgebung von Siegen. — Berl. Ent. Zeit. XXXIII, S. 43—70.
Sartorius, Otto, 1926, Starkes Auftreten des Fichtennestwicklers, *Grapholitha tedella*. — D. D. F., S. 140.
Schernthaner, Al., 1892, Über das Vorkommen des grauen Lärchenwicklers usw. in Windisch-Matrei. — Mitt. Frstver. Tirol u. Vorarlberg. H. 10.
Schier, R., 1874, Der Fichtenrindenwickler, *Tortrix pactolana* (*dorsana* Rtzb.). — Forstl. Bl. Neue Folge III. 241—242.
Schimitschek, 1909, Der Weißtannenwickler (*Grapholitha rufimitrana* H. S.). — Österr. F. u. Jagdztg. Bd. 27, S. 3.
Schlechtendal, D. H. R. von, 1891, Die Gallbildungen der deutschen Gefäßpflanzen. — Zwickau.
Schoepf, 1904, Die Gipfeldürre der Fichte. — Fw. Ctrbl. 491.
—, 1905, Gipfeldürre der Fichte. — Ebenda. 375.
Schütze, H., 1911, Mitteilungen über Kleinschmetterlinge. — D. Ent. Zeit. Iris Bd. XXV. H. 6.

Sedlaczek, W., 1906, Forstzoologische Notizen. — Ctrbl. f. d. ges. Fw. 122.
Severin, G., Le genre Retinia. Brüssel.
Silvestri, F., 1923, Contribuzioni alla conoscenza degli Insetti del Nocciuolo. IV. La Gemmaiola del Nocciuolo *(Epiblema penkleriana* F. R.). — Boll. Lab. Zool. Gen. e agr. XVI, 251—262.
Smits van Burgst, 1918, Tijdsch. Ent. 143—146.
Speyer, W., 1925, Wurmstichige Äpfel und Birnen. — Flugblatt Nr. 40 der Biol. Reichs-Anst.
Sproßmann, 1926, Verstärktes Auftreten des Fichtennestwicklers *(Grapholitha tedella* Cl.). — Forstarchiv. 70.
Standfuß, M., 1894, Bemerkungen über *Steganoptycha pinicolana* Zll. — Bern.
Thomann, H., 1914, Beobachtungen und Studien über Schmetterlinge (Microl.) aus dem Kanton Graubünden. — Jahresber. Nat. Ges. Graubünden N. F. LV. 1—36. Taf. I.
—, 1929, Der graue Lärchenwickler *(Semasia diniana* Gu.). Jahrb. Nat. Ges. Graubünden. LXVI. Bd.
Torge, 1879, Beobachtungen über *Grapholitha zebeana* Rtzb. — Stett. Ent. Ztg. XL. S. 382—386.
Trägårdh, Ivar, 1915, Bidrag till kännedomen om tallens och granens fiender bland smafjärilarna. — Medd. Stat. Skogsförs. H. 12.
—, 1917, Undersökningen över Gran- och Tallkottarnas Skadeinsekten. Medd. Stat. Skogsförsöksanstalt. Häft 13—14.
Tubeuf, K. von, 1903a, Die Gipfeldürre der Fichte. — N. Z. f. F. u. L. I, 1—9.
—, 1903b, Über den anatomischen und pathologischen Befund bei gipfeldürren Fichten. — Dieselbe. 309, 367, 413 u. 418.
Uslar, J. von, 1798, *Pyralis hercyniana*. Hannover.
Wachtl, Fritz A., 1878, *Serropalpus barbatus* Schall. und *Retinia margarotana* H. S., zwei Feinde der Tanne. Ein Beitrag zur Kenntnis ihrer Metamorphosen und Lebensgeschichte. — Mitt. Forstl. Vers. Österr. Bd. I, H. 2.
—, 1882, Die Weißtannen-Triebwickler usw. Mitt. Forstl. Vers. Österr.
Wilhelm, K., 1918, Einige botanische Beobachtungen. — Mitt. d. D. Dendr. Ges.
Wood, W., 1880, The life-history of *Grapholitha nigricana*. Ent. Monthly Mag. XVII.

Familie: Cossidae.

Die Cossiden wurden wegen ihrer Größe früher zu den Großschmetterlingen gestellt, und zwar wegen ihres Spinnerhabitus zu den Spinnern *(Bombycidae)*. Sie erweisen sich aber wie die Sesien (siehe unten) durch ihr primitives Flügelgeäder (Vorhandensein der Analader usw.) und den Bau der Bauchfüße der Raupen als echte „Kleinschmetterlinge", unter denen sie die größten Formen darstellen. In ihrer Lebensweise und forstlichen Bedeutung stehen sie den Sesien (siehe dort, S. 395) sehr nahe, von denen sie sich durch die beträchtlichere Größe und die vollkommene Beschuppung der Flügel unterscheiden.

Körper plump, Kopf klein, Hinterleib sehr lang. ♀ weit größer als das ♂. Fühler meist ziemlich kurz, mit kurzen Gliedern, beim ♂ unten mit Lamellen, Kammzähnen oder stark seitlich erweitert, beim ♀ ähnlich oder einfach. Augen nackt, Palpen kurz, mit kugeligem Endglied. Rüssel verkümmert. Beine kurz und plump. Hinterschienen mit 2 Sporenpaaren oder nur mit kurzen Endsporen. Flügelgeäder: Die Ader *an* auf Vorder- und Hinterflügel deutlich vorhanden, die Vorderflügel mit Wurzelschlinge ax_1 und ax_2, auch die basalen Teile r, $m_{1,\,2}$ und meist auch m_3 mehr oder weniger stark vorhanden. Dadurch wird das Discoidalfeld in 3 Zellen zerteilt und

eine Anhangszelle auf den Vorderflügeln zwischen den Adern von r (bisweilen auch von m_1) gebildet (Abb. 324).

Die Raupen sind 16füßig, nackt mit einzelnen kurzen Börstchen besetzt, die Bauchfüße sind Kranzfüße (Abb. 325). Kopf groß, abgeplattet,

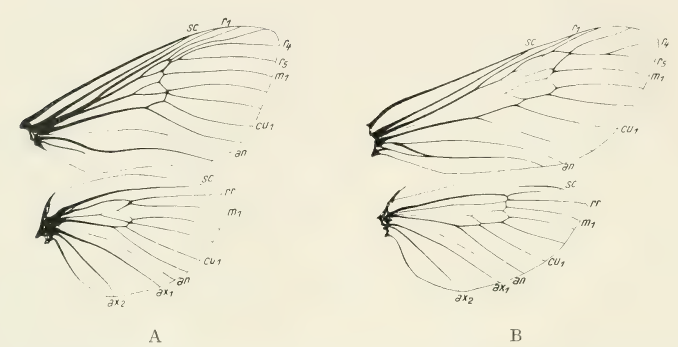


Abb. 324. Flügelgeäder von: A *Cossus cossus* L., B *Zeuzera pyrina* L. (Mittelzelle durch die Basalteile von *m* in 3 Zellen geteilt, außerdem eine Anhangszelle vorhanden, *an* im Vorderflügel und Hinterflügel deutlich.)



Abb. 325. Bauchfüße der Raupe von *Cossus cossus* L. (Kranzfüße).

mit sehr kräftigen Mandibeln; Nackenschild stark entwickelt.

Die Puppen gehören zu den „halbfreien Puppen" (pupae semiliberae), und sind mit Stachelgürteln auf den Hinterleibsringen besetzt, mit Hilfe deren sie sich auch aus der Puppenwiege oder dem Kokon herausarbeiten[1]).

Die Falter fliegen des Nachts, am Tage sitzen sie ruhig mit um den Leib gelegten Flügeln an den Stämmen. Sie legen mittels langer Legeröhre die Eier in Rindenritzen usw. entweder in kleinen und größeren Häufchen (Cossus) oder einzeln (*Zeuzera*). Die Raupen, deren Mandibeln so kräftig sind, daß sie sogar Blei durchfressen können, nagen zunächst plätzend unter der Rinde und gehen dann in den Stamm, um hier längere oder kürzere Gänge zu fressen. Sie überwintern in unserem Klima zweimal und verpuppen sich also erst im 3. Kalenderjahr. Die Verpuppung findet entweder im Stamm am Ende eines besonderen bis zur Rindenoberfläche genagten Ganges oder in der Nähe der Einnagestelle (Kotauswurfstelle) oder

---

[1]) Altum (F. III. 2, S. 31) hat bereits die Frage aufgeworfen, ob die *Xylotropha* (Sesien + Cossiden) „nicht besser von den Macrolepidopteren zu trennen und trotz ihrer oft so bedeutenden Größe den Kleinschmetterlingen einzureihen wären". Er bezieht sich hierbei vor allem auf die Gestalt der Raupen und Puppen.

außerhalb des Fraßobjektes in der Erde statt. Im letzteren Fall wird stets ein Kokon (aus Holzspänen) gefertigt, im ersteren Fall kann ein Kokon fehlen.

Vor dem Schlüpfen schiebt sich die Puppe aus dem Stamm bzw. dem Kokon hervor (s. Abb. 334); beim Schlüpfen trennen sich die Scheiden der einzelnen Kopf- und Thoraxanhänge (Abb. 326).

Wirtschaftlich sind die Cossiden recht beachtenswert und verursachen besonders im Obstbau oft schwerste Verluste (vgl. Bodenheimer, 1927). Auch forstlich können sie recht schädlich werden, vor allem in Baumschulen, wo die befallenen Pflanzen leicht vom Wind gebrochen werden. Der physiologische Schaden an älteren Bäumen ist weniger bedeutend, abgesehen davon, daß sie Baumflüsse übertragen können (Ludwig, 1909, und Annal. Epiphyties IX, 1923); dagegen werden die befallenen Stämme technisch stark entwertet.



Abb. 326. Puppenhülle von *Cossus cossus* L. nach dem Schlüpfen des Falters.

Als natürliche Feinde sind vor allem Fledermäuse, Eulen, Nachtschwalben usw. zu nennen, die die nächtlich fliegenden Falter schnappen. Den Raupen stellen die Spechte nach, und die Eier werden von Meisen gefressen. Parasiten sind nicht allzu viele bekannt. Baer nennt drei Tachinenarten, und an Schlupfwespen sind bis jetzt etwa ein halbes Dutzend aus Cossiden gezogen worden. Zur Vernichtung der Raupen tragen auch die eigenen Artgenossen durch ihren Kannibalismus bei.

Forstlich kommen nur zwei Arten in Betracht, nämlich *Cossus cossus* L. und *Zeuzera pyrina* L., die sowohl habituell als auch in der Färbung der Falter und der Raupen grundverschieden sind, so daß ihre Erkennung keine Schwierigkeiten bereitet.

Cossus cossus L.

Taf. V, Fig. 2.

Weidenbohrer.

Ratzeburg: *Bombyx Cossus* L. — Altum: *Cossus ligniperda* F. — Nitsche: *Cossus ligniperda* F. — Wolff-Krauße: *Cossus cossus* L.

Ein großer plumper Falter, der durch seine Färbung mit keinem anderen Schmetterling verwechselt werden kann, ebenso wie die fingerlange, schön rosenrote bis braunrote Raupe nicht ihresgleichen unter den Schmetterlingsraupen findet.

Falter: Vorderflügel braungrau, in der Mitte und gegen die Spitze zu weißgrau gewässert; von den vielen die Vorderflügel quer durchziehenden dunklen Wellenlinien treten einige hervor, besonders im äußeren Flügeldrittel. Hinterflügel braungrau, mit matten, dunklen Wellenlinien. Scheitel und Halskragen gelblich; Rücken des Thorax dunkel, nach hinten zu weiß, mit abschließendem schwarzem Kragen. Hinterleib dunkel mit hellen Ringen, ♀ bedeutend größer (Flügelspannung bis 95 mm) als das ♂.

Raupe (Abb. 328) etwas abgeflacht, in der Jugend fleischfarbig oder dunkelrot mit schwarzem Kopf und Nackenschild. Erwachsen gelblich fleischfarben mit rotbraunem Rücken, oben und an den Seiten mit einzelnen grauen Haaren besetzt.

Nackenschild gelblich mit 2 schwarzen Flecken. Stigmen braun. Sehr groß. Weibliche Raupe bis 10 cm. Die Raupen riechen so stark nach Holzessig, daß ein mit feiner Nase begabter Sammler deren Anwesenheit schon auf ziemliche Entfernung bemerken kann.

Puppe (Abb. 329) groß, braun, gedrungen. Flügelscheiden bis zur Mitte des Körpers reichend; Hinterleibsringe mit 1 oder 2 Reihen kurzer, meist dunkler Dornen.



Abb. 327. *Cossus cossus* L. (Weidenbohrer).

Afterende mit einem Dornenkranz, jederseits aus je 1 starken und 2—3 schwächeren Dornen bestehend.

Eier länglichoval, 1,2 mm, hellbraun schwarzgestreift, mit gegitterter Oberflächenstruktur; werden mit bräunlicher Kittsubstanz an der Unterlage festgeklebt.

Kot groß, walzig, ohne Längsfurchen, also von rundem, nicht sternförmigem Querschnitt.

Die geographische Verbreitung ist sehr groß und erstreckt sich südlich von 60° nördlicher Breite durch ganz Europa und Asien.



Abb. 328. Die verschiedenen Stadien der Raupe von *Cossus cossus* L. (die vorletzte helle Raupe frisch gehäutet).



Abb. 329. Puppe von *Cossus cossus* L. (Dorsalansicht).

Als Fraßpflanze kommen unsere meisten Laubbäume in Betracht, vor allem Weiden und Pappeln, dann Obstbäume, Walnuß, Traubenkirsche, Ulme, Erle, Birke, Eiche, Linde, Esche,

Buche, Ahorn usw. Israel (1920) fand die *Cossus*-Larve außer in Maulbeere auch in Lärche.

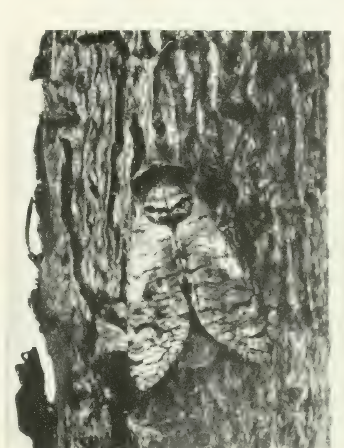
Bioformel

$$\frac{-8, A, 4}{5 + 67}$$

Die Flugzeit fällt in die Monate Juni (Ende) und Juli. Der Falter ist sehr träge und sitzt am Tage ruhig an den Stämmen, meist tief unten; er zeigt dabei eine ganz charakteristische Haltung, indem er, sich mit den hinteren Beinen festhaltend und auf die Ränder der Flügel stützend, vorn vom Stamm absteht, dadurch etwa einem abgestutzten Ast ähnelnd (Abb. 330 A). Das ♀ legt mit seiner „lang aus dem Leib herausgestreckten" Legeröhre die Eier in Häufchen von 15—50 Stück in Rindenritzen ab, mit Vorliebe an den unteren Stammpartien, den Wurzelhals, seltener höher. Die Eier werden mit einem klebrigen braunen Saft benetzt, der zusehends trocken wird und zur



A



B

Abb. 330. *Cossus cossus* L. an einem Stamm sitzend. A von der Seite gesehen (Vorderkörper abstehend), B von der Rückenseite gesehen (seine Färbung stimmt mit der Rinde mehr oder weniger überein, so daß er schwer zu entdecken ist).

Befestigung und dem Schutz der Eier dient (Ratzeburg, nach Rösel). Die Gesamtzahl der Eier eines Weibchens ist sehr groß und wird auf 700 angegeben. Bevorzugt werden ältere, stärkere, einzeln stehende freie Bäume, Alleebäume usw.

Nach ca. 14 Tagen schlüpfen die jungen Raupen, die sich sogleich in die Rinde einbohren und hier zunächst gemeinsam plätzend fressen. Nach der ersten Überwinterung gehen sie tiefer ins Holz, immer noch nahe beisammen, doch jede einen besonderen Gang fressend. Die Gänge verlaufen sehr unregelmäßig, zeigen aber allgemein eine aufsteigende Tendenz. Der Querschnitt der Gänge ist oval, oft von großer Breite, die Wandungen sind gewöhnlich braun bis schwarz (Abb. 332). Wird die aufsteigende Richtung



Abb. 331. Fraßgänge von *Cossus cossus* L. (rechts unten Auswurföffnung).

beibehalten, so können die Gänge eine Länge bis zu 1 Meter und mehr erreichen (Abb. 333). Mitunter beschränkt sich der Fraß lediglich auf die unteren Stammpartien und verläuft in die größeren Wurzeln. Wenn der Fraß vielleicht auch an anbrüchigen Stellen beginnt, so verlaufen die meisten Gänge doch in ganz gesunden Stammteilen. Die Gänge werden in der Regel rein gehalten; die Nagespäne und der Kot werden durch eine untere Öffnung (Abb. 331) hinausgeschafft. Letztere kann so groß sein, daß man leicht einen Finger hineinstecken kann; sie muß wohl von Zeit zu Zeit wieder erweitert werden, da sie sonst vom Cambium ganz überwallt werden würde.

Die Raupen verlassen bisweilen ihren ersten Fraßbaum und unternehmen größere Wanderungen, wobei sie „emsig über die Erde wegkriechen" (Ratzeburg, F. 86). Ob sie sich dann in andere Bäume zur Fortsetzung des Fraßes einbohren oder aber zur Verpuppung in die Erde gehen, darüber liegen keine Beobachtungen vor. Ratzeburg nimmt das erstere an in solchen Fällen, in denen die Raupen in zu schwaches Material geraten sind, das ihnen zu wenig Ernährungsmöglichkeit geboten hat — also eine Auswanderung aus Nahrungsmangel.

Nach der 2. Überwinterung frißt die Raupe im 3. Kalenderjahr noch ganz kurze Zeit und schreitet dann im Mai zur Verpuppung.

„Einen merkwürdigen Zug der Raupen, welcher die Gefräßigkeit derselben besonders bezeichnet, führt uns Rösel an" — nämlich den Kannibalismus. „Nachdem das ihnen dargereichte Futter verzehrt war, machte sie der Hunger so rasend, daß sie einander selbst anfielen und die stärkeren nicht nur die schwächeren erwürgten, sondern auch mit Haut und Haar, bis auf die Köpfe auffraßen. Auch eine, die schon verpuppt war, wurde so verzehrt" (Ratzeburg, F. S. 87). Eine weitere bemerkenswerte Eigenschaft der *Cossus*-Raupen ist die große Kraft, die sie mit ihren Kiefern entwickeln können; sie können damit nicht nur das härteste Holz, sondern sogar Bleiplatten durchfressen, was sonst nur noch (wenigstens von mitteleuropäischen Insekten) von einigen Käfern und von den Holzwespen bekannt ist[1]).

[1]) Nach Varrichon (1925) haben *Cossus*-Larven dadurch großen Schaden in einer Schwefelsäurefabrik gemacht.

Die Raupe hat, wie oben (S. 384) schon erwähnt, einen eigenartigen sehr charakteristischen Geruch (nach Holzessig)[1]. Sie scheidet aus dem Munde eine ölartige Substanz aus, die nach Ratzeburgs Meinung zur Erweichung der Holzfaser dienen soll (F. S. 86), was aber nach Henseval (La Cellule T. 12. 1897) nicht zutrifft.

Die Verpuppung findet meist in dem peripheren Ende eines Ganges statt, den die Raupe bis an die Außenfläche fortführt und wieder mit Holzspänchen verstopft; sie kann aber auch im Boden stattfinden in der Nähe ihres Fraßbaumes. Im letzteren Fall ist stets ein aus Holzspänen gefertigter Kokon vorhanden, der mitunter eine ansehnliche Größe erreichen kann, an der Außenseite rauh, uneben und meist dunkel gefärbt erscheint, innen aber schön weiß und zart ausgesponnen ist. Bei der Verpuppung im Stamm kann der Kokon auch fehlen, besonders in schwachen Sortimenten. Die Puppenruhe dauert 3—4, mitunter auch 6 Wochen. Vor dem Ausschlüpfen arbeitet sich „die unruhige Puppe mittels der gegen die Gespinstwand angestemmten Hinterleibsstacheln halb aus dem Kokon heraus", worauf der Falter die Puppenhülle in der oben angegebenen Weise sprengt (Abb. 334).

Die Erkennung des Befalls ist nicht schwierig: Der geformte Kot und die Bohrspäne, die an der Stammbasis um eine große Öffnung angesammelt sind, verbunden mit dem eigentümlichen Raupengeruch, lassen eine Fehldiagnose kaum zu. Der differentialdiagnostisch noch in Frage kommende Fraß verschiedener Cerambyciden, wie *Saperda carcharius* L. oder *Aromia moschata* L. ist an dem Fehlen des Raupenkotes und des Geruches leicht vom *Cossus*-Fraß zu unterscheiden; letzteres gilt auch für die Sesie *Trochilium apiforme* (s. unten 403).

Die forstliche Bedeutung des Weidenbohrers ist keineswegs gering und man kann ihn getrost zu den merklich schädlichen Insekten rechnen. Da die Raupen oft in großer Zahl vorkommen — man kann 200 Stück und mehr in einem Stamm finden —, so werden die befallenen Partien technisch voll-

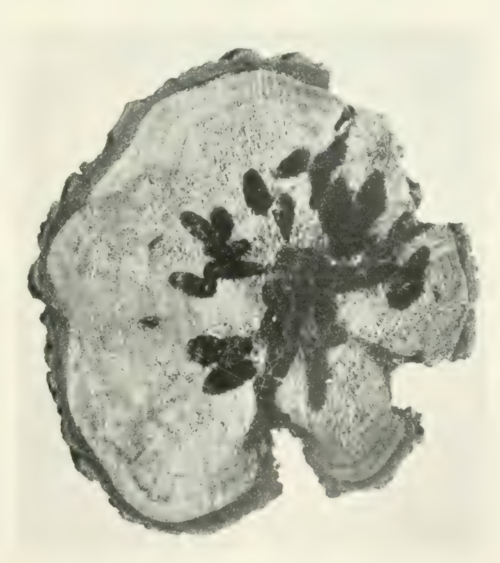


Abb. 332. Querschnitt durch einen von *Cossus*-Fraßgängen durchsetzten Stamm.

[1] Die englische Bezeichnung „Goat Moth" ist wohl auf diese Eigenschaft zurückzuführen (Goat = Ziegenbock).

kommen entwertet; außerdem aber besteht für solche Stämme erhöhte Windbruchgefahr. Die Angabe Ratzeburgs, daß auch ganz schwaches Material befallen und durch den Fraß zum Absterben gebracht würde, hat durch spätere Beobachtungen keine Bestätigung gefunden.

Der Schaden macht sich vor allem in Alleen, Gärten usw. fühlbar, wo schöne Zierbäume (Trauerweiden usw.) den *Cossus*-Larven nicht selten zum Opfer fallen. Vor wenigen Jahren (1926) wurde eine Eschenallee auf der Landstraße zwischen Kempten und Pfronten (Allgäu) so stark von *Cossus*



Abb. 333. Gespaltener, von *Cossus* befallener Stamm. Die Fraßgänge können bis zu 1 m lang werden. (Aufgenommen im Allgäu.)



Abb. 334. Kokon von *Cossus cossus* L. mit hervorgeschobener Puppenhülle.

befallen, daß eine größere Anzahl der Bäume gefällt werden mußte. Kutter (1901) meldet ähnliches von einer Allee bei Biberach (Oberschwaben).

An natürlichen Feinden sind außer den oben erwähnten Vögeln und Säugetieren bis jetzt noch eine Anzahl von Parasiten bekannt geworden, von denen folgende genannt seien:

Tachinen: *Zenillia fauna* Rond., *Lydella ambulans* Rond. (= *Sturmia [Xylotachina] ligniperdae* B. B.) und *Phorocera assimilis* Fall. (Baer).

Schlupfwespen: Die Ichneumoniden *Mesostenus gladiator* Scop., *Meniscus setosus* Frcr. und *Herpestomus xanthops* Gr. (= *Ichneumon pusillator* Gr.).

Keiner dieser Schmarotzer scheint besonders häufig zu sein. Wenn trotzdem die Vermehrung von *Cossus* bei der hohen Eizahl in erträglichen

Grenzen bleibt, so fehlt uns heute noch die Einsicht in die Ursachen. Möglicherweise spielt der stark ausgeprägte Kannibalismus der Raupen dabei eine wesentliche Rolle (Reh). Nach Petsch (1925) gehen die *Cossus*-Larven bisweilen an einer Mykose (*Spicaria cossus* Petsch) zugrunde. In unserem Institut gingen mehrere *Cossus*-Puppen durch *Cordyceps militaris* (künstliche Infektion!) ein.

Zur Bekämpfung empfiehlt es sich, die basalen Stammpartien mit Raupenleim oder einem Baumkarbolineum zu bestreichen. Bei sehr starkem Befall wird es wohl das beste sein, die betreffenden Stämme zu fällen und zu zerklüften, um alle darin befindlichen Raupen vernichten zu können. Eventuell wäre auch die unten S. 406 bei *Trochilium apiforme* angegebene Methode mit gepulvertem Cyannatrium zu versuchen.

Es gibt noch eine zweite *Cossus*-Art in Deutschland, *Cossus terebra* F. (Pappelbohrer), deren Falter etwas kleiner und dunkler gefärbt ist als *Cossus cossus* L. und deren Raupe schmutzigweiß ist mit gelblichen Ringen und dunkelbraunem Kopf. Ratzeburg erwähnt diese Art in seinen „Forstinsekten", doch kommt sie so selten vor, daß sie kaum forstliches Interesse besitzt. Die Larve lebt vornehmlich in Pappeln.

Zeuzera pyrina L.

Taf. V. Fig. 3.

Blausieb, Roßkastanienbohrer.

Ratzeburg: *Bombyx aesculi* L. (blaupunktierter Holzbohrer). — Nitsche: *Cossus aesculi* L. — Altum: *Cossus aesculi* L. — Wolff-Kraußе: *Zeuzera pyrina* Latr. —

Wesentlich kleiner als *Cossus* und durch die auffallende Färbung des Falters (weiß und stahlblaue Flecken) sowie der Raupe (gelb mit dunkelbraunen Punkten) leicht kenntlich[1]).

Falter: Flügel weiß mit kleinen, runden, stahlblauen Flecken, die auf der Flügelfläche zwischen den Adern, am Rande auf den Enden der Adern stehen und auf den Hinterflügeln blasser als auf den Vorderflügeln sind. Kopf, Brust und Hinterleib weiß behaart, mit 6 blauen Flecken auf dem Rücken des Thorax und blauen Querbinden auf dem Hinterleib. Fühler stahlblau, kurz und dünn, nur beim ♂ in der unteren Hälfte lang doppelt gekämmt. Das bedeutend größere ♀ mit langer Legröhre. Länge: ♂ 25 mm, ♀ 53 mm, Flügelspannung: ♂ 50 mm, ♀ 60 bis 70 mm (Abb. 335).

Puppe hellbraun, bauchwärts etwas eingekrümmt, mit kurz schnabelförmigem Kopfende, kurzen Flügelscheiden, zwei nach hinten gerichteten Reihen kurzer Stacheln, einer vorderen längeren und einer hinteren kürzeren auf den mittleren und einer Reihe solcher auf den letzten Hinterleibsringen. Hinterende abgestutzt, mit kleinem Dornenkranz. Länge 4 cm.

Raupe (Abb. 336) drehrund, 16füßig, mit geschlossenem Hakenkranz an den Afterfüßen. Kopf dunkelbraun, Mundwerkzeuge und ein ankerförmiger Fleck auf dem Scheitel gelb. Leib wachsgelb mit einem großen, in der Mitte längsgefurchten, am Hinterrande warzigen, dunkelbraunen Nackenschilde, zwei großen in der Mitte gleichfalls längsgefurchten, dunklen Chitinschildern und zwei seitlichen Flecken auf dem letzten Segment und einer Querreihe kleiner, flacher, dunkler, je ein kurzes Chitinhaar tragenden Warzen auf Ring 2—11. Länge bis ungefähr 5 cm.

---

[1]) Bei der Gattung *Zeuzera* Latr. Vorderflügel r_4 und r_5 erst spät geteilt und im Hinterflügel *sc* mit *rr* durch eine kleine Querader verbunden, die saumwärts von der Zelle, also in den freien Ast *rr* mündet (Abb. 324 B).

Kot ziemlich groß, walzig mit meist abgerundeten Enden und einigen unregelmäßigen Querfurchen, ohne Sterneindrücke und Längsfurchen, faserig, uneben, glänzend wie lackiert, rötlich oder bräunlich gelb (Abb. 337).

Ei walzenförmig, an beiden Seiten flach gerundet, weich, fleischfarben.

Das Blausieb besitzt wie der Weidenbohrer eine weite geographische Verbreitung über Europa, Kleinasien, Palästina, Cypern, Korea, Japan und ist außerdem nach Südafrika und Nordamerika (in Nordamerika zum erstenmal 1882 erwähnt) verschleppt und dort heimisch geworden.



Abb. 335. *Zeuzera pyrina* L. (Blausieb) auf einem Stamm sitzend, unten die verlassene Puppenhülle.

Die Polyphagie der *Zeuzera*-Raupe ist noch weit größer als die des Weidenbohrers; sie kommt wohl in den meisten Laubholzarten vor, allerdings Harthölzer bevorzugend. Außerdem in der Rebe, schwarzen Johannisbeere, Spiraee und Schneeball. Altum nennt ferner die Mistel und die Fichte, und zwar letztere unter den häufiger befallenen Pflanzen. Bei dieser Polyphagie des Blausiebs ist es besonders auffallend, daß sie in einigen Fällen Unterschiede zwischen Rassen der gleichen Pflanzenart macht. So werden nach Bodenheimer (1927) in Palästina die einheimischen Olivenbäume nicht oder viel weniger befallen als gewisse eingeführte Rassen, die stellenweise völlig vernichtet wurden; ähnlich verhält es sich dort mit verschiedenen Obstbäumen. Durchschnittlich verhält sich dort der Befall der einheimischen zu den fremden Rassen nach den Bohrlöchern gemessen wie 2,25 : 20,65. Es ist hierbei allerdings die Frage aufzuwerfen, ob nicht eher der physiologische Zustand der betreffenden Pflanzen ausschlaggebend war als die Rasseneigenschaften (s. unten).

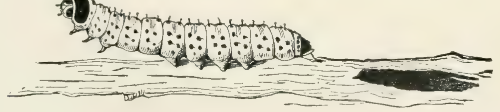


Abb. 336. Raupe von *Zeuzera pyrina* L. Nach Ritzema-Bos (aus Stellwaag).

Im Gegensatz zu *Cossus* werden dünnere Stämme oder Äste bevorzugt. Ein weiterer Gegensatz besteht darin, daß es sich bei *Zeuzera* meist um einen solitären Befall handelt, während die *Cossus*-Raupen gewöhnlich in großer Zahl gemeinsam eine Stammpartie bewohnen.

Bioformel:

$$\frac{-7, A, 5}{5 + 67}$$

Die Bionomie ist in den letzten Jahren wesentlich gefördert worden durch Bodenheimer (1927), und vor allem durch Ciopkalo (1928), der in der Ukraine Gelegenheit hatte, das forstliche Verhalten der *Zeuzera* zu studieren.

Die Flugzeit fällt in unserem Faunengebiet in der Hauptsache in den Monat Juli[1]). Das ♀, das wesentlich lebhafter ist als das *Cossus*-♀, legt seine Eier meist einzeln an verschiedene Stellen der Fraßpflanze ab, nach Ciopkalo (1928) hauptsächlich an die Blattstiele oder in die Blattstielwinkel, auf Knospen oder auf die Wipfel junger Schößlinge, selten auf dickere Äste.

„Nach 10—14 Tagen schlüpfen die Räupchen aus, bohren sich in das Mark der Zweige oder Blätter ein und nähren sich zunächst nur von diesem zarten Futter, so daß die Beschädigung vorerst unbemerkt bleibt. Jedoch nach einiger Zeit fangen die Räupchen an, auch die leitenden Gefäße anzugreifen, und indem sie diese durchnagen, bewirken sie das Absterben des ganzen oberen Teiles des Schößlings oder der Blätter, welche an der Stelle des Einbohrens knicken und schnell abfallen. Von hier aus ziehen sie allmählich in dickere Baumteile über, indem sie eine ganze Reihe von provisorischen Gängen nagen. Den letzten Gang bereiten sie gewöhnlich im Stamm vor" (Ciopkalo). Er beginnt mit einem Plätzgang von ansehnlichen Dimensionen (Altum spricht von einem Raum von 7—9 cm), von wo aus gewöhnlich ein ziemlich ausgedehnter Längsgang nach oben führt (Abb. 338 und 339).



Abb. 337. Exkremente von *Zeuzera pyrina* L.

Der Rindenfraß ist sehr unregelmäßig, der Gang im Holz in stärkerem Material stets völlig drehrund (Abb. 340), ungefähr 10 mm im Durchmesser; im schwächeren Material dagegen zeigt er oft große Unregelmäßigkeiten, wie verschiedene Ausbuchtungen, die bis an die Peripherie heranreichen können, Quergänge usw.[2]).

Die Plätzgänge können um die Peripherie des Stammes laufen und fast alle saftleitenden Gefäße durchschneiden. Bei starkem Befall kann ein derartiges Ringeln des Stammes auch dadurch zustandekommen, daß sich mehrere auf gleicher Höhe befindliche Plätzgänge gegenseitig berühren.

„Die Raupe überwintert zweimal, gewöhnlich im Sackende des Ganges, indem sie sich durch einen Verschlag von Nagespänen und Kot, versponnen mit Gespinstfäden, absondert."

---

[1]) In Palästina, wo einjährige Generation die Regel ist, fällt die Flugzeit nach Bodenheimer (1927) in die Monate August bis Oktober.

[2]) Wie ungeheuer variabel das Gangsystem von *Zeuzera* ist, geht aus den Zeichnungen von Bodenheimer (1927) hervor.

Der Kot (seine Form siehe oben S. 391) wird von Zeit zu Zeit ausgestoßen, und zwar durch eine am oberen Rand der geplätzten Stelle befindliche ziemlich enge Öffnung; letztere ist aber nicht leicht zu finden, da sie fast immer mit einem der Rinde gleichsehenden Gespinst geschlossen ist. Dieses nagt die Raupe von Zeit zu Zeit durch, um den angesammelten Kot und die Späne hinauszuschaffen, und es aber dann gleich wieder zu schließen.

Nach der 2. Überwinterung, also im Frühjahr des 3. Kalenderjahres, steigt die Raupe herab, um sich in der Nähe der Kotauswurföffnung zu verpuppen, nachdem die letztere vorher mit Nagespänen verstopft wurde. Kurz vor dem Schlüpfen des Falters schiebt sich die Puppe wie bei *Cossus* und den Sesien etwas über die Rindenoberfläche vor.



Abb. 338. Fraßgang von *Zeuzera pyrina* L., am unteren Ende ausgedehnter Plätzfraß.

Abb. 339. Dünne Zweige mit Fraßgängen von *Zeuzera pyrina* L.

Ob die Raupe auch wandert (wie die *Cossus*-Raupe), ist noch nicht bestimmt beobachtet, jedoch schließt dies Henschel (1895) aus einem Fund von voll erwachsenen Raupen in den jüngsten Trieben von Bandweiden. Da der Fraßgang nur sehr kurz war, so meint Henschel, daß die Raupen hier erst sekundär eingewandert sind, vielleicht veranlaßt durch Vertrocknen ihrer früheren Wohnstätte.

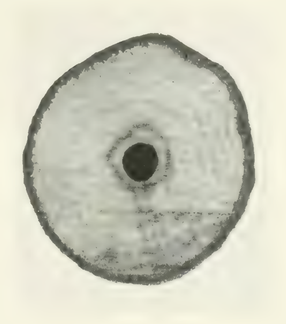


Abb. 340. Querschnitt durch einen Stamm mit zentralem Fraßgang von *Zeuzera pyrina* L.

Der Schaden ist im Obstbau usw. bisweilen sehr schlimm (vgl. Bodenheimer, 1927); forstlich können wir das Blausieb zum mindesten zu den „merklich schädlichen Insekten" stellen. Da im allgemeinen nur einzelne Raupen den Stamm bewohnen, so bleibt bei älteren Stämmen der Fraß physiologisch ziemlich gleichgültig, abgesehen davon, daß die Verwundungen den Ausgangspunkt für Fäulnisstellen bilden können; dagegen werden die befallenen Stämme natürlich technisch entwertet. Handelt es sich um dünnere Äste, so werden diese zum Absterben gebracht; dasselbe gilt für schwächere Stämmchen, die meist eingehen, wenn sie nicht schon vorher an der Angriffsstelle durch Wind usw. abgebrochen werden. Von ernsteren Schäden werden daher vor allem Baumschulen und Heisterpflanzungen betroffen. Ratzeburg berichtet von empfindlichen Verlusten im Eberswalder Forstgarten, wo 1835/36 zahlreiche junge Birken, Ebereschen, Buchen usw. durch *Zeuzera* getötet wurden. Auch Altum führt mehrere ähnliche Schäden an.

Einen Fall von Massenvermehrung und bestandsverderbendem Auftreten teilt Ciopkalo (1928) aus der Ukraine mit. Befallen wurden Laubholzbestände (Esche, Ulme, Eiche, Ahorn), die in der 2. Hälfte des vorigen Jahrhunderts auf den südlichen Steppen der Ukraine angelegt worden waren. Die Wälder befinden sich heute in wenig guter Verfassung, weder der Boden noch das Klima bieten gute Wachstumsbedingungen. Dieser Umstand mag die Vermehrung der *Zeuzera* gefördert haben[1]). Durch genaue Aufnahme stellte Ciopkalo fest, daß mit der Zunahme des Stammdurchmessers auch die Besetzung mit *Zeuzera*-Raupen zunimmt (bei einer Diameterzunahme von 1 cm beinahe um 9%). Ferner konnte eine deutliche Vorliebe von *Zeuzera* für Esche gegenüber Ulme, Eiche und Ahorn beobachtet werden und endlich auch eine unverkennbare Abhängigkeit des Befallsgrades vom Bestandstypus. Der größte Unterschied in dieser Beziehung herrschte zwischen reinen Baumpflanzungen und solchen mit dichtem Buchenunterwuchs.

An natürlichen Feinden scheint *Zeuzera pyrina* noch ärmer zu sein als *Cossus*. Parasiten sind bis jetzt nur ganz wenig Arten bekannt[2]).

---

[1]) Auch Bodenheimer berichtete mir bei einem Besuch in Palästina, daß vor allem solche Bäume von *Zeuzera* befallen werden, die schon etwas geschwächt sind.

[2]) Ciopkalo nennt einen Ichneumon (*I. abeillei* Berth.) aus der Puppe und zwei Chalcididen (*Enderus* sp. und *Elasmus* sp.), Fahringer den Chalcididen *Lithomastix truncatella* Dalm.

An Vögeln kommt vor allem der große Buntspecht in Betracht, der sich ab und zu eine Raupe aus dem Holz meißelt. Dabei sind Fehlhiebe nicht selten, wie aus Altums Bericht und Abbildung (F. S. 35) hervorgeht und wie ich selbst in Tharandt an einem Eschenstamm in völlig übereinstimmender Weise mit der genannten Abbildung beobachtet habe. — Jedoch stellt sich der Specht durchaus nicht so regelmäßig ein, daß wir ihm allein die Regulierung der Vermehrung zuschreiben können[1]).

Entdeckt man den Fraß an jüngeren Stämmchen frühzeitig, so kann man durch Abtöten der Raupe die befallene Pflanze noch retten. Das Abtöten kann durch einen starken Draht geschehen, den man in das Auswurfsloch so weit einführt, bis man die Raupe damit trifft; oder aber man bringt eine rasch verdampfende Flüssigkeit in das Loch ein und verstopft nachher das Loch mit Baumwachs. Bodenheimer hat sehr gute Erfolge mit Paradichlorbenzol erzielt; mit einer Dosis von 0,15—0,25 g pro Loch wurde eine 100%ige Abtötung erzielt. Auch Calciumcyanid hatte eine gute Wirkung.

Ist der Fraß schon weit fortgeschritten (im 2. Jahr), so daß das Leben des Baumes gefährdet ist, so ist bei jungen Stämmchen und Zweigen die radikale Entfernung vor dem Auskommen des Falters die richtigste Bekämpfungsart. An starken Stämmen kann auch nach Vollendung des aufsteigenden Ganges die Draht- oder Paradichlorbenzinbekämpfung vorgenommen werden.

Tritt *Zeuzera* als Bestandsverderber auf, so ist mit dem Abholzen nicht allzu lange zu zögern, da bei Vergrößerung des Diameters auch die Blausiebzahl im Bestande wächst. Zur Vorbeugung empfiehlt Ciopkalo in gefährdeten Gegenden, die Aufforstung von reinen Eschenbeständen zu vermeiden und neue Bestände nur mit dichtem Buchenunterholz anzulegen.

Literatur über Cossiden.

Altum, 1880, *Cossus aesculi* L. in Mistel. Z. f. F. u. J. S. 380.

Bodenheimer, F. S., und Klein, H. Z., 1927, Studies on the Life-History and the Control of *Zeuzera pyrina*. — Agr. Rec. Nr. 1. P. Z. E. Inst. Agr. Tel-Aviv, Palästina.

Bongini, V., 1920, Il Perdilegno rosso (*Cossus cossus* L.). — R. Oss. Fitopatolog. Turin, Taglio d.'Istruzioni. 3.

Ciopkalo, W., 1928, Das Blausieb (*Zeuzera pyrina*) in den südlichen Steppenforstrevieren. Mitt. Forstl. Vers. Ukraine. Heft IX.

Del Guercia, G., 1913, Nuova contribuzione alla conoscenza dei nemici dell' Olivo. II. Intorno ad un trascurato o pur grave nemico dell' Olivo (*Zeuzera pyrina* L.).

Felt, E. P., 1905, Insects affecting Parkland and Woodland Trees. New York State Museum, Memoir 8. S. 75—79.

Gleisberg, W., 1924, Zur Madenfallenfauna. — Dtsche. Obst- u. Gemüsebau-Ztg.

Israel, W., 1920, Dendrologische Notizen. — Mitt. d. Deutsch. Dendrologischen Ges. 1920, p. 301.

---

[1]) Altum (F. S. 38) glaubt in der relativen Seltenheit der ♂♂ einen wichtigen regulierenden Faktor sehen zu dürfen. Die ♂♂ sind so spärlich und werden (da sie wesentlich kleiner sind und sich daher wohl auch wesentlich rascher entwickeln) so früh erscheinen, daß „von den später sich entwickelten ♀♀ nur selten eines befruchtet wird". „Dieses durchstreift dann des Nachts die Gegend, um in weiten Abständen hier und dort einem Stamm oder Zweig mit seinem langen Legebohrer ein Ei tief in eine feine Rindenritze beizubringen."

Kutter, 1901, Schaden durch den Weidenbohrer *(Cossus ligniperda)*. — Allg. F. u. J. S. 155.
Ludwig, 1909, Fünfter Phytopath. Bericht d. Biol. Centralstelle f. d. Fürstentum Reuß ält. u. jg. Linie.
Petsch, F., 1925, Studies in Entomogenous Fungi III. Cambridge. (Ref. Rev. appl. Ent. 1926. S. 644.)
Schuster, L., 1905, Zur Biologie der Raupe des Weidenbohrers *(Cossus cossus)*. Allg. F. u. J. S. 68.
Stichel, 1918, Einiges über *Zeuzera pyrina* L. — Z. f. wiss. Insektb. Bd. XIV. S. 198—200.
Trägårdh, Ivar, 1921, Bjorksplintborrer och trädödaren tva fiender till vara björkdungar. Lustgarden. Arsskr. f. Dendrol. och Parkvard. S. 119—127.
Varrichon, M., 1925, Dégâts causés par des insects aux chambres de plomb, dans les usines productrices d'acid sulfurique. — Bull. bi-mens. Soc. Lin. Lyon. IV. 1.

Familie: Sesiidae (= Aegeriidae).

Glasschwärmer.

Allgemeines.

Die Sesien sind meist mittelgroße bis kleine Falter mit Schwärmerhabitus, weshalb man sie ja auch früher zu den Schwärmern gestellt hat. Sie sind vor allem durch die wenig beschuppten, größtenteils glashellen Flügel auffallend charakterisiert. Die Fühler sind spindelförmig, d. h. hinter der Mitte allmählich verdickt und am Ende zugespitzt. Leib meist schmächtig und am Ende einen Afterbusch tragend. Nebenaugen sehr groß, Augen nackt, Palpen wohlentwickelt, Maxillarpalpen verkümmert, Zunge meist kräftig, spiralig. Mesothorax mächtig entwickelt.

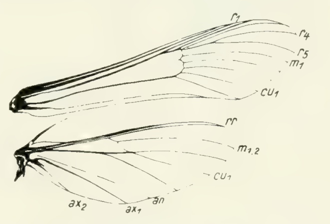


Abb. 341. Flügelgeäder einer Sesie, *Trochilium apiforme* Cl. (Vfl r_4 und r_5 gestielt, *m*-Stamm erhalten, Hfl nur 2 *m*-Äste, ax_2 am Grunde gegabelt).

Flügel schmal; Vorderflügel ohne Anhangszelle, $r_{4,5}$ erst spät geteilt. Basale Teile von *m* öfter deutlich erhalten; Hinterflügel stets mit nur zwei Ästen von *m*, basale Teile von *m* nur ausnahmsweise erhalten. *an* fast stets bis zum Saum entwickelt, von den beiden Endästen der basal gegabelten, meist eine deutliche Tasche umgreifenden Ader ax_2 bald der vordere, bald der hintere bis zum Saum reichend. Haftborste stets vorhanden. Hinterflügel fast ausnahmslos großenteils, Vorderflügel meist auf Teilen des Discoidalfeldes („Keilfeld"), im basalen Teil der Saumzellen („äußeres Glasfeld") und basal zwischen *cu* und *ax* („Längsfeld") spärlich durchsichtig beschuppt, so daß diese Flügelpartien durchsichtig erscheinen.



A B
Abb. 342. Raupe einer Sesie. A Unterseite, B Oberseite.

Die Raupen sind nur mit wenigen Härchen besetzt, gelblich oder schmutzig weiß, mit dunklem Kopf und Nackenschild, und starken Mundteilen. An Augen sind

jederseits 6 Ocellen vorhanden, die in ihrer Stellung verschieden sind und ein gutes Unterscheidungsmerkmal abgeben (s. Tabelle). Von Bauchfüßen sind in der Regel nur die ersten 4 kranzfüßig; das letzte Paar hat nur einen vorderen Häkchenbogen. Die Häkchen der Kränze sind übrigens verschieden stark ausgebildet bei den verschiedenen Gattungen (am stärksten bei *Sesia* und *Sciapteron*, schwächer bei *Trochilium* und am schwächsten bei *Bembecia*). — Die Segmente sind ein wenig dorsoventral abgeplattet, die Chitinisierung ist schwach, nur beim Pronotum und letzten Tergit meist etwas stärker. Letzteres ist mit einigen steifen Borsten versehen und bei einigen Gattungen außerdem noch mit Chitinhaken (bei *Trochilium* mit 1, bei *Sciapteron* mit 2)[1]) (Abb. 349).

Die Puppen der Sesiiden (Abb. 343) sind sog. halbfreie Puppen („pupae semiliberae"), d. h. die Verlötung der einzelnen Teile ist eine sehr lockere, so daß die Puppenhülle beim Schlüpfen derart gesprengt wird, daß die einzelnen Gliedhüllen sich weitgehend voneinander trennen. Sie sind stark beweglich, was sie dazu befähigt, mit Hilfe der Abdominaldornen aus ihren Spankokons sich herauszuarbeiten (wie die Cossidenpuppen). — Die Dornenreihen auf den Hinterleibssegmenten kommen in verschiedener Ausbildung vor; auf den meisten Segmenten befinden sich 2 Reihen (Abb. 344); auf dem 2. jedoch nur 1, desgleichen bei den ♂♂ auf dem 8. und 9., bei den ♀♀ auf dem 7.—9. Segment. Männliche und weibliche Puppen können also an der Zahl der Dornenreihen auf dem 7. Segment ohne weiteres unterschieden werden: wo 2 Reihen vorhanden sind, handelt es sich um ♂♂, bei 1 Reihe dagegen um ♀♀ (s. Abb. 350 B u. D). — Die Hinterleibsspitze ist mit einem Kranz von Dornen ausgerüstet, deren Zahl und Größe je nach Art verschieden sein kann. Die Flügelscheiden sind kurz und reichen selten über das 4. Abdominalsegment hinaus. Beine, Antennen und Maxillen haben verschiedene Längen und bieten gute Unterscheidungsmerkmale (siehe Tabelle). — An dem Vorderende der Puppen befindet sich der sog. „Frontalfortsatz", der zum Herausarbeiten aus den Puppenwiegen dient und verschieden geformt sein kann (Abb. 350), je nach den Funktionen: die in gesponnenen Kokons ruhenden Puppen brauchen diesen Fortsatz zum Zerschneiden ihrer Hülle; die in nackten oder fast nackten Holzgängen ruhenden brauchen ihn, um damit das Flugloch zu öffnen. Die hinter einem Holz- oder Rindendeckel ruhenden Puppen scheinen in den meisten Fällen höhere und schärfere Frontalausrüstung zu haben als die, welche hinter einem offenen Flugloch in einem Kokon ruhen. — Eine weitere auffallende Bildung des Puppenkopfes sind die verschiedenen Chitinspitzen unter dem Frontalfortsatz. Die Oberlippe ist bei meh-



Abb. 343. A Puppe, B leere Puppenhülle einer Sesie (*Trochilium apiforme* Cl.).

[1]) Derartige Haken sind bei im Holz lebenden Larven häufig anzutreffen, besonders bei Käferlarven, und spielen eine lokomotorische Rolle in der Weise, daß sie, mit den Bauchfüßen zusammenwirkend, die Hinterleibsspitze bei der Bewegung rückwärts fixieren.

reren Arten mit 2 nach vorne gerichteten Spitzen versehen, bei anderen Arten unbewaffnet, dagegen finden sich dann ähnliche Bildungen an anderen Organen (auf dem Clypeus usw.).

Die Eier sind durch ihre harte, feste Schale charakterisiert; Oberfläche mehr oder weniger deutlich netzartig skulpiert. Die Form ist meist kugelig, an den Seiten ein wenig abgeplattet; bisweilen auch oval. Ihre Größe schwankt sehr, von 0,6×0,4 mm bis 1,0×0,75 mm *(Bembecia)*. Die Farbe ist meist gelbbraun, ausnahmsweise (bei *Sciapteron*) schwarz.

Die Sesien sind mit wenigen Ausnahmen Tagestiere und schwärmen mit Vorliebe bei Sonnenschein. Sie legen ihre Eier gewöhnlich oberflächlich an den Pflanzen ab, in Ritzen, an Unebenheiten usw. Man findet die Eier hier mit einer ihrer Breitseiten ziemlich lose befestigt, meist einzeln, in einiger Entfernung voneinander. Manche Arten lassen ihre Eier einfach zu Boden fallen (Kemner, 1922; Schulze, 1926).



Abb. 344. Stück einer Sesienpuppe *(Trochilium apiforme* Cl.) mit Dornenreihen auf den Hinterleibssegmenten, stark vergr.

Was die Zahl der Eier betrifft, so steht diese in direkter Proportion zu deren Größe. *Trochilium* mit seinen kleinen Eiern legt nach Staudinger bis 1200, nach Schulze sogar bis 1800 ab, *Sesia scoliiformis* Bkh. ca. 400, *Bembecia* mit ihren großen Eiern nur ca. 100.

Die Raupen dringen nach dem Schlüpfen durch Ritzen, Wunden usw. in die Rinde ein, nagen zunächst an der Grenze zwischen Rinde und Splint eine Höhlung, aus der sie ihren Kot durch eine besondere Auswurfsöffnung entfernen. Ein Teil der Raupen bleibt in der Rinde, wobei sie die Höhlung erweitern, andere dagegen gehen in das Holz und nagen hier besondere Gänge. Nicht selten reagiert die Pflanze auf den Fraß mit einer leichten Anschwellung (Gallbildung).

Die Nahrung besteht vornehmlich aus Pflanzensaft; Holzteile finden sich nur verhältnismäßig wenig im Darm. Daß die Säfte die Hauptnahrung darstellen, geht u. a. auch aus einer Beobachtung Kemners hervor, der drei erwachsene *Sc. tabaniforme*-Larven zusammen in einem kleinen Stammstück von 7×1,5 cm fand.

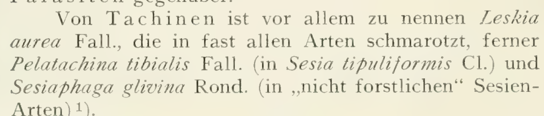
Sind die Raupen ausgewachsen, so verlassen sie entweder den Fraßort, um sich in der Erde in einem Kokon zu verpuppen, oder sie nagen sich bis dicht unter die äußerste Rindenschicht durch, letztere nur als papierdünnes Häutchen stehen lassend, wenn anders sie nicht auch noch dieses durchfressen, so daß das Flugloch offen bleibt. Die Verpuppung geschieht auch in den letzteren beiden Fällen meist in einem Kokon, der häufig noch mit einem Gespinst ausgekleidet ist oder aber nur in einem Gespinst.

Vor dem Schlüpfen bohrt sich die Puppe durch rotierende Bewegungen mit Hilfe der Dornenreihen durch die etwa stehengebliebene dünne Rindenschicht durch, bis sie etwa zu ihrer halben Länge aus dem Flugloch herausragt und es so dem Schmetterling ermöglicht wird, in die Freiheit zu gelangen. Die volle Entfaltung desselben geht ungemein rasch vor sich. „Sobald sich die Puppe aus ihrem verborgenen Lager bis über die Flügel-

scheiden ins Freie hinausgeschoben hat, platzt der vordere Teil, und der langbeinige Falter rennt häufig sogleich eine ziemliche Strecke fort, ehe er zur Ruhe kommt. Hier wachsen seine Flügel so schnell, wie es nur bei Microlepidopteren bekannt ist. In einer oder wenigen Minuten ist er völlig entwickelt" (Altum, F., S. 40).

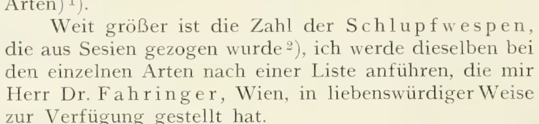
Die Entwicklungsdauer ist nach Kemner bei den meisten Arten einjährig; doch kann sie durch äußere Faktoren stark beeinflußt werden. Bei manchen Arten ist eine zweijährige Generation die Regel, und auch dreijährige Generation soll zuweilen in einzelnen Fällen *(Trochilium)* vorkommen.

An natürlichen Feinden stehen den Sesien außer den Spechten, vor allem dem großen Buntspecht (s. Bd. I, S. 234), noch ein ganzes Heer von Parasiten gegenüber.

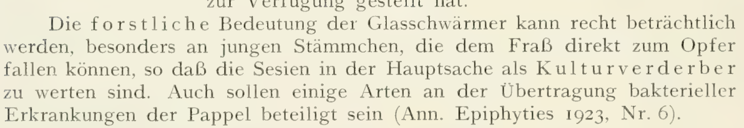


Von Tachinen ist vor allem zu nennen *Leskia aurea* Fall., die in fast allen Arten schmarotzt, ferner *Pelatachina tibialis* Fall. (in *Sesia tipuliformis* Cl.) und *Sesiaphaga glivina* Rond. (in „nicht forstlichen" Sesien-Arten)[1].

Abb. 345. Spankokon von *Trochilium apiforme* Cl. mit herausgeschobener Puppe.



Weit größer ist die Zahl der Schlupfwespen, die aus Sesien gezogen wurde[2]), ich werde dieselben bei den einzelnen Arten nach einer Liste anführen, die mir Herr Dr. Fahringer, Wien, in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt hat.



Die forstliche Bedeutung der Glasschwärmer kann recht beträchtlich werden, besonders an jungen Stämmchen, die dem Fraß direkt zum Opfer fallen können, so daß die Sesien in der Hauptsache als Kulturverderber zu werten sind. Auch sollen einige Arten an der Übertragung bakterieller Erkrankungen der Pappel beteiligt sein (Ann. Epiphyties 1923, Nr. 6).

Systematische Übersicht.

Die Familie der Sesiiden ist verhältnismäßig klein und enthält nur ca. 65 europäische Arten auf 8 Gattungen verteilt. Die forstlich beachtenswerten Arten gehören den drei Gattungen *Trochilium* Scop. *(Aegeria* F.), *Sciapteron* Stgr. und *Sesia* F. an, die sich folgendermaßen unterscheiden lassen:

1. Vorderflügel fast völlig beschuppt, nur wenig Stellen glashell. Große Form. Flügelspanne bis 35 mm . . . . *Sciapteron* Stgr.
— Vorderflügel größtenteils unbeschuppt 2
2. Vorderflügel fast ganz glashell, nur der Vorderrand trägt dichtstehende Schuppen, ebenso die Rippen. Größte Form. Flügelspanne 40 mm . . . . *Trochilium* Cl.
— Vorderflügel teilweise beschuppt, hinter der Mitte mit einer dichtbeschuppten Querbinde, wodurch 3 glashelle Felder entstehen: das „Längsfeld", über dem Hinterrand hinziehend, das zweite, das „Keilfeld", die Mittelzelle einnehmend, und das dritte, das „äußere Glasfeld", zwischen der Querbinde und dem Saum liegend. Kleinere Formen. Flügelspanne bis 30 mm. Zahlreiche Arten . . . . . . *Sesia* F.

[1]) S. Baer, W., Die Tachinen als Schmarotzer der schädl. Insekten. Z. f. ang. Entom. Bd. 7 (S. 405).

[2]) S. auch Sitowski, 1927.

Die meisten Arten gehören der Gattung *Sesia* an, während auf *Trochilium* nur 3 und auf *Sciapteron* gar nur 1 Spezies entfallen.

Bestimmungstabelle der forstlich beachtenswerten Arten der Gattung *Sesia* F.

1. Hinterleib gelb oder weißlich geringelt 2
— Hinterleib rot geringelt 6
2. Fühler schwarz, oben vor der Spitze breit weißlich oder gelblich . . 3
— Fühler oben einfarbig schwarzblau 4
3. Augen oben weiß umrandet, Hinterleibsring 2 und 4 hinten gelb. Afterbusch rotockerfarben. Raupe in Erle und Birke . . . *scoliiformis* Bkh.
— Augen oben nicht weiß umrandet, nur Hinterleibsring 2 hinten mit schmaler gelber Querbinde. Afterbusch schwarzblau. Raupe in Erle und Birke . . . . *spheciformis* Gern.
4. Metathorax ohne gelben Querfleck. Afterbüschel bei ♂ und ♀ einfarbig schwarzblau. Raupe in Johannisbeere . . . . . . *tipuliformis* Cl.
— Metathorax mit gelbem Querfleck 5
5. Afterbusch beim ♂ schwarz, in der Mitte unten gelb gemischt, beim ♀ goldgelb. Raupe im Tannenkrebs . . . . *cephiformis* Ochsh.
— Afterbusch bei ♂ und ♀ blauschwarz. Raupe in Eiche . . . *conopiformis* Esp.
6. Brust seitlich ohne farbigen Fleck. Mittelbinde der Vorderflügel und der Vorderrand blauschwarz, Saumbinde lebhaft mennigrot. Raupe in Weide . . . . *formicaeformis* Esp.
— Brust seitlich mit farbigem oder weißem Fleck 7
7. Vorderflügel an der Wurzel gelblichrot, Palpen rotgelb, außen schwarz. Hinterleibsring 4 rot. Raupe in Erle und Birke . . *culiciformis* L.
— Vorderflügel oben ohne Rot an der Wurzel, der rote Ring (Segment 4) unten nicht geschlossen. Palpen des ♂ weiß, außen schwarz, die der ♀ grauschwarz. Raupe in Johannisbeere . . . . . *myopiformis* Bkh.

Bestimmungstabelle der wichtigsten Sesiiden-Raupen.

Durch Kemners (1922) eingehende Untersuchungen sind wir heute in der Lage, die bei oberflächlicher Betrachtung so einförmig erscheinenden Sesien-Raupen zu unterscheiden. Es ist dabei hauptsächlich auf folgende Merkmale zu achten: die Stellung der Ocellen zueinander und zu den Borsten; die 4 oberen Ocellen bilden eine Gruppe, ebenso die 2 unteren eine. Bei *Bembecia* steht die obere Gruppe unter der oberen Augenborste (Abb. 346 A), bei *Trochilium* steht letztere zwischen den zwei oberen Augen dieser

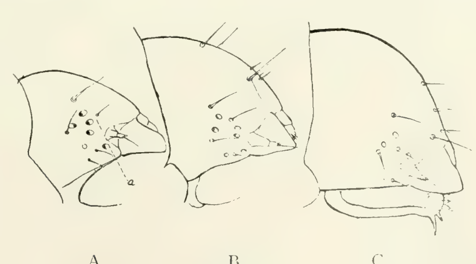


Abb. 346. Augenstellung einiger Sesienraupen. A *Bembecia hyaeliformis* Lasp., B *Trochilium apiforme* Cl., C *Sesia tipuliformis* Cl., *a* obere Augenborste. Nach Kemner.

Gruppe (Abb. 346 B), bei *Sesia* und *Sciapteron* in der Mitte dieser Vierergruppe (Abb. 346 C).

Systematisch wichtig ist auch die „Frontalplatte" (Abb. 347 Fr u. 348), die bei den verschiedenen Gattungen und Arten abweichende Formen zeigt (herzförmig, keilförmig usw.). Des weiteren bietet auch die Bewaffnung des letzten Tergits gute Unterscheidungsmerkmale dar, ob 1 oder 2 Chitinhaken vorhanden sind (Abb. 349). Endlich zeigen auch die Bauchfüße in ihrem Bau

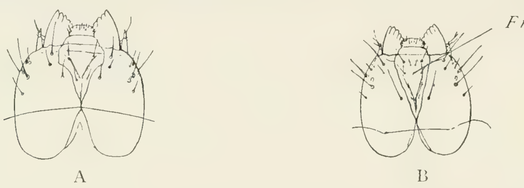


Abb. 347. Raupenkopf von: A *Trochilium apiforme* Cl., B *Sciapteron tabaniforme* Rott., *Fr* Frontalplatte. Nach Kemner.

gewisse Verschiedenheiten, vor allem in der mehr oder minder starken Ausbildung der Hakenkränze.

Unter Benützung dieser Merkmale lassen sich die Sesien-Raupen folgendermaßen dichotomisch übersichtlich darstellen:

1. 5 Paar Bauchfüße mit Häkchen 2
— Nur die 3 ersten Bauchfußpaare haben Häkchen. Die obere Augengruppe unter der oberen Augenborste (Abb. 346 A). In Himbeere *Bembecia hylaeiformis* Lasp.
2. Tergit des 9. Segmentes ohne Häkchen. Die obere Augengruppe mit einer deutlichen großen Borste zwischen den Augen (Abb. 346 C) (Gattung *Sesia*) 4
— Tergit des 9. Segmentes mit Häkchen 3

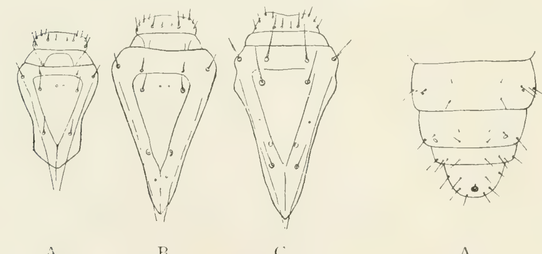


Abb. 348. Frontalplatte von: A *Sesia myopiformis* Bkh., B *Sesia scoliiformis* Bkh., C *Sesia spheciformis* Gern. Nach Kemner.

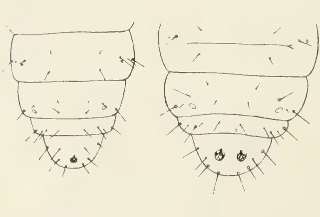


Abb. 349. Hinterleibsende (mit Haken auf 9. Segment) der Raupen von: A *Trochilium apiforme* Cl., B *Sciapt. tabaniforme* Rott. Nach Kemner.

3. Tergit des 9. Segmentes mit 1 Häkchen (Abb. 349 A). Frontalplatte breit mit winkelig hervortretenden Seiten (Abb. 347 A). In Pappeln (Weiden, Linde, Birke) . . . . *Trochilium apiforme* Cl.
— Tergit des 9. Segmentes mit 2 Häkchen (Abb. 349 B). Frontalplatte keilförmig (Abb. 347 B). In Pappeln und Weiden *Sciapteron tabaniforme* Rott.

4. Frontalplatte hinten abgestumpft (Abb. 348 A) 5
— Frontalplatte in eine gleichförmige Spitze auslaufend, nicht abgestumpft (Abb. 348 B und C) 6
5. Frontalplatte breit abgestumpft, vor der Spitze breiter als die Hälfte ihrer größten Breite (Abb. 348 A). In Apfelbäumen . *Sesia myopiformis* Bkh.
— Frontalplatte länger, vor der Spitze schmäler als die Hälfte ihrer größten Breite. In Johannisbeere . . . . *Sesia tipuliformis* Cl.
6. Labrum vorne schwach ausgeschnitten. Frontalplatte an den Seiten des vorderen Drittels ein wenig winkelig hervortretend (Abb. 348 C). In Erlen und Birken . . . . *Sesia spheciformis* Gern.
— Labrum nicht ausgeschnitten. Frontalplatte vorne nicht winklig hervortretend 7
7. Seiten der Frontalplatte fast gerade (Abb. 348 B). In Erlen und Birken . . . . *Sesia scoliiformis* Bkh.
— Seiten der Frontalplatte geschweift. Die zwei dorsalen Augen der oberen Gruppe stehen einander näher als die zwei unteren. In Erlen und Birken . . . . *Sesia culiciformis* L.

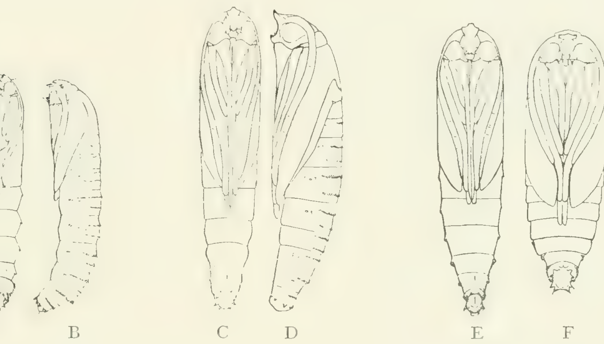


Abb. 350. Verschiedene Sesien-Puppen: A u. B *Bembecia hyaeliformis* Lasp., C u. D *Sesia tipuliformis* Cl., E *Sesia formicaeformis* Esp., F *Trochilium apiforme* Cl. Nach Kemner.

Bestimmungstabelle der wichtigsten Sesiiden-Puppen.

Wie die Raupen, so lehrte uns Kemner auch die wichtigsten Sesien-Puppen unterscheiden. Die Verschiedenheiten bestehen in der Zahl der Dorne an dem Puppenhinterende, in der Länge der Maxillen, Beine und Antennen und in der Form des Frontalfortsatzes und der verschiedenen Chitinspitzen unter dem Frontalfortsatz (auf der Oberlippe usw.).

1. Maxillen kurz, nicht oder nur unbedeutend über die Tarsen des 1. Beinpaares hervorragend (Abb. 350 A u. F) 2
— Maxillen länger, bis zur Spitze der Flügel oder über diese hinausreichend (Abb. 350 C) 4
2. Das 2. sichtbare Abdominalsegment mit 2 Dornenreihen. Frontalfortsatz gerundet 3
— Das 2. sichtbare Abdominalsegment mit 1 Dornenreihe. Frontalfortsatz spitz, dreieckig. Clypeus mit 1 Chitinspitze . *Bembecia hylaeiformis* Lasp.
3. Maxillen sehr kurz, reichen nicht über die Tarsen des 1. Beinpaares hinaus, ihre Basalpartie jederseits winklig vorgezogen (Abb. 350 F) *Trochilium apiforme* Cl.

— Maxillen länger, über die Tarsen des 1. Beinpaares hinausragend, ihre Basalpartie nicht vorgezogen . . . . . . *Sciapteron tabaniforme* Rott.
4. Oberlippe unbewaffnet, Frontalfortsatz hoch herausstehend, mit einer zungenförmigen mittleren Partie . . . . *Sesia spheciformis* Gern.
— Oberlippe vorne mit 2 Chitinspitzen (Abb. 350 D) 5
5. Frontalfortsatz mit einer verlängerten Mittelpartie über den Scheitel hinausstehend 6
— Frontalfortsatz ohne verlängerte Mittelpartie 7
6. Spitze des Frontalfortsatzes geteilt, zweispitzig (Abb. 350 C). Puppe klein, 7—8 mm lang . . . . *Sesia tipuliformis* Cl.
— Spitze des Frontalfortsatzes quer abgeschnitten (Abb. 350 E). Puppen größer, 14—15 mm . . . . *Sesia formicaeformis* Esp.
7. Frontalfortsatz ein stumpfer, ventralwärts gerichteter Kegel, in eine eckige Spitze auslaufend. Bewaffnung der Oberlippe sehr schwach *Sesia culiciformis* L.
— Frontalfortsatz ganz ohne Spitze, eine scharfe Kante bildend . . . 8
8. Scheitel hinter dem Frontalfortsatz an den Seiten der erhöhten Mittellinie tief eingedrückt . . . . *Sesia myopiformis* Bkh.
— Scheitel hinter dem Frontalfortsatz nicht tief eingedrückt; Maxillen kürzer als die Antennen . . . . *Sesia scoliiformis* Bkh.

Übersicht der forstlich beachtenswerten Arten
(nach den Fraßpflanzen).

In Pappeln.

Trochilium apiforme Cl. (auch an Weide, Linde und Birke).
— *melanocephala* Dalm.
Sciapteron tabaniforme Rott. (auch an Weide).

In Weiden.

Trochilium crabroniforme L.
Sesia formicaeformis Esp.
Gelegentlich auch:
Trochilium apiforme Cl.
Sciapteron tabaniforme Rott.

In Erlen und Birken.

Sesia spheciformis Gern. (Erle).
— *culiciformis* L. (Erle und Birke).
— *scoliiformis* Bkh. (Birke).
Gelegentlich auch:
Sesia myopiformis Bkh.

In Eichen:

Sesia vespiformis L. (= *asiliformis* Rott., *cynipiformis* Esp.) (auch in Buche, *Castanea sativa* Thill. und *Tamarix gallica* L.).
— *conopiformis* Esp. (= *nomadaeformis* Lasp.).

In Tannen.

Sesia cephiformis Ochsh.

In Obstbäumen usw.

Sesia myopiformis Bkh. (Apfelbaum).
— *tipuliformis* Cl. (Johannisbeere, auch in *Juniperus*, *Corylus*, *Evonymus*).
Bembecia hylaeiformis Lasp. (Himbeere).

Bionomie und wirtschaftliche Bedeutung der einzelnen Arten.

Wir behandeln die für uns in Betracht kommenden Sesien nach ihren Fraßpflanzen:

In Pappeln.

Trochilium apiforme Cl.

Taf. V, Fig. 4.

Hornissenschwärmer.

Ratzeburg: *Sesia apiformis* L. („Wespenschwärmer"). — Altum: *Sesia apiformis* L., („Bienenschwärmer"). — Nitsche: *Sesia apiformis* L. („Hornissenschwärmer"). — Wolff-Krauße: *Aegeria apiformis* Clerck („Großer Pappelglasflügler").

Der Hornissenschwärmer, so genannt wegen seiner täuschenden habituellen Ähnlichkeit mit einer Hornisse, ist die größte Sesiide Europas; er ist weit verbreitet über den größten Teil dieses Gebietes und überall häufig oder wenigstens nicht selten.





A B

Abb. 351. A *Trochilium apiforme* Cl. (Hornissenschwärmer) ($1^1/_2\times$). B Ein an einer horizontalen Fläche hängendes Weibchen von *Troch. apiforme* Cl. bei der Eiablage (die Eier fallen frei aus der Legeröhre zu Boden). B nach Schulze.

Falter: Kopf gelb, Fühler oben schwarz, unten rostfarben. Halskragen blau, Rücken des übrigen Thorax schwarzbraun mit 2 großen, gelben, eckigen Flecken vor der Flügelwurzel. Hinterleib gelb, Ring 1 und 4 ganz und der Hinterrand der übrigen Ringe in wechselnder Ausdehnung stahlblau oder braun. ♂ mit einem sehr kurzen, lamellenartigen Fortsatze an jedem Fühlergliede. Länge 16 mm, Flügelspannung bis 45 mm.

Raupe am Bauch flach, mit einzelnen Härchen besetzt; weißlichgelb mit dunkler durchscheinendem Rückengefäß. Luftlöcher braun gesäumt, Nackenschild gelblich, Kopf groß, schwarzbraun, 4—5 cm.

Puppe dunkelrotbraun, in einem aus Holzspänen oder Erdkrümchen gefertigten Kokon.

Die Flugzeit fällt bei uns in die Monate Juni, Juli (in Italien von Mai bis Anfang Juli). Die Falter sind ziemlich träge und schwerfällig. Wenn sie sitzen, lassen sie sich leicht mit der Hand vom Stamm abnehmen; beim Schütteln des Stammes fallen sie schwerfällig zu Boden. Ratzeburg sah sie niemals am Tage schwärmen, auch Cecconi nennt *apiforme* ein nächtliches Tier, während nach anderen Autoren der Falter nur im Sonnenschein schwärmt. Die Kopula findet in der für Schmetterlinge charakteristi-

schen Stellung statt (s. Bd. I, Abb. 110 A). Das ♀ legt seine Eier einzeln, gewöhnlich ganz unten am Stamm, am Wurzelknoten oder auch an starken Wurzeln, selten höher am Stamm bis Brusthöhe ab — vorzugsweise in Rindenritzen. Übrigens scheinen die *apiforme*-Weibchen auch gelegentlich die Eier während des Fluges einfach auf den Boden fallen zu lassen (Harwood, 1911). Ja, nach Hanna Schulze (1926) scheint das „Fallenlassen" der Eier bei *Troch. apiforme* die Regel zu sein. „Zur Eiablage," schreibt die Genannte, „setzt sich das Weibchen gewöhnlich in senkrechter Stellung, d. h. mit dem Kopf nach oben, an irgendeiner Unterlage an. Der Hinterleib wird ein wenig durch die Flügel durchgedrückt, und nun fällt ein Ei nach dem anderen aus der Legeröhre frei heraus. Bleibt einmal das Ei an den Härchen hängen, so schnellt es das Weibchen durch eine ruckartige Bewegung des Hinterleibes fort. Irgendwelche Flüssigkeit wird während der Eiablage nicht abgesondert. Auch treten die Eier immer vollkommen trocken aus, so daß gar kein Ankleben an der Rinde stattfinden kann." „Sehr gerne nehmen die Weibchen auch eine hängende Stellung an einer horizontalen Fläche ein, so daß der schwere Hinterleib einen rechten Winkel mit den Flügeln bildet (Abb. 351 B). Diese Stellung scheint den Tieren sehr angenehm zu sein, denn sie ließen sich auch durch mäßige Erschütterungen nicht aus der einmal eingenommenen Stellung bringen." — Die braunen Eier sind sehr klein (0,74 × 0,60 mm); dementsprechend (s. oben S. 397) die Zahl sehr groß, sie soll nach Staudinger bis 1200, nach Schulze bis 1800 betragen.



Abb. 352. Fraß von *Trochilium apiforme* Cl. in Pappel.

Die nach etwa 4 Wochen erscheinenden Räupchen bohren sich sogleich in die Rinde ein, fressen die erste Zeit plätzend unter der Rinde, wo sie überwintern. Im 2. Jahr gehen sie ins Holz der Wurzeln oder der Stämme (ähnlich denen des großen Pappelbockes, *Saperda carcharias* L., siehe Bd. II, S. 257), wo sie lange Gänge ausfressen. Der grobe, sägespäneähnliche Kot wird durch eine meist tief unten am Stamm liegende Öffnung ausgestoßen.

Die 2. Überwinterung erfolgt in den Gängen. Auch im 3. Jahr soll die Raupe noch eine kurze Zeit fressen (bis zum April). In der 2. Hälfte dieses Monats oder im Mai findet gewöhnlich die Verpuppung statt. In der Regel nagt die Raupe vor der Verpuppung das Flugloch vollständig aus, ist also vollkommen offen (Abb. 353). So ist erklärlich, daß die Puppe einen

Kokon für ihre Sicherheit braucht (Kemner, 1922). Der Kokon ist sehr fest aus braunen, groben Nagespänen gefertigt. Er liegt meist dicht an der Ausflugöffnung im vordersten Teile des Fraßganges. Nicht selten findet man ihn auch außerhalb in der Bodendecke in unmittelbarer Nähe der Wurzel[1]). Vor dem Schlüpfen schiebt sich die Puppe aus dem Kokon heraus (s. Abb. 345).



Abb. 353. Offen stehendes Flugloch von *Troch. apiforme* Cl. Nach Kemner.

Die Generation ist bei uns in der Regel zweijährig mit folgender Bioformel:

8, A 4
5 | 67

Nach Kemner kommt bisweilen (in Schweden) auch dreijährige Generation vor.

Als Fraßpflanzen kommen in erster Linie alle Pappelarten in Betracht; ausnahmsweise werden auch andere Laubhölzer belegt (Weiden, Linden, Birken, Eschen).

Die Erkennung ist nicht schwierig. Die Verwundungen am unteren Stammteil, die mehr oder weniger deutliche Anschwellung dieser Stammpartie und die Bohrspäne sind auffällige Merkmale. Allerdings finden wir ganz ähnliche Symptome auch beim Fraß eines anderen Pappelschädlings, des großen Pappelbockes, *Saperda carcharias* L. (s. Bd. II S. 257 ff.). Auch er belegt den Stamm mit Vorliebe am basalen Teil, auch er macht den gleichen Anfangsfraß unter der Rinde und später die gleichen Gänge im Holz. Hier kann differentialdiagnostisch die Anwesenheit des charakteristischen Raupenkotes bei *Trochilium*-Fraß gute Dienste leisten; bei älterem Fraß können uns Puppenreste gute Anhaltspunkte geben. Auch sind die Nagespäne der *Trochilium*-Raupen kleiner als die von *carcharias*. Häufig kommen die beiden Schädlinge zusammen in denselben Stämmen vor.



Abb. 354. Kokon von *Troch. apiforme* Cl.

Der Schaden kann in Baumschulen und Alleen recht beträchtlich werden. Stark befallene junge Stämme können infolge des Fraßes eingehen, wenn anders sie nicht durch Wind gebrochen werden. In Italien ist der Hornissenschwärmer besonders in Großkulturen der Canadischen Pappel sehr schäd-

[1]) Kemner meint, daß die Raupen in solchen Fällen aus den manchmal sehr weit offenstehenden Gängen herausgefallen seien. Nach anderen Autoren dagegen verlassen die Raupen aktiv den Gang, um sich im Boden zu verpuppen. Ratzeburg (F. 80) sah die Raupen „stets dicht über der Erde hervorkommen, gewöhnlich verweilen sie noch einige Zeit in den anbrüchigen Stellen der Rinde und gehen dann erst in die Erde, um sich zu verpuppen". Um einen kräftigen 8 jährigen Silberpappelstamm fand er dicht an den oberen Teil der Pfahlwurzel angedrückt 8 Puppen von ihrem Kokon umschlossen. Die in der Erde ruhenden Kokons bestehen zum Teil auch aus Erdpartikelchen.

lich geworden, zumal wenn er in Gesellschaft des großen Pappelbockes auftritt.

Zur Vorbeugung kann man zur Zeit der Eiablage die bevorzugten Stammpartien mit einer Ölemulsion oder Nikotinlösung (2%) bestreichen (Cecconi). Sind die Raupen schon eingedrungen, so kann man durch Einführen von Watte, die mit Schwefelkohlenstoff, Benzin oder dergl. getränkt ist, in die Auswurföffnung und nachherigem Verschließen derselben mit Lehm oder Baumwachs die Raupen töten. Auch das Bestreichen mit Raupenleim zur Verhinderung des Auskommens der Schmetterlinge wird empfohlen. In Amerika wird auch folgende Methode angewendet: Die Erde um die Stammbasis aufgraben, dann einen Ring gepulverten Cyannatriums oder Paradichlorbenzols um den Stamm legen, ohne diesen damit zu berühren, und dann die Erde aufhäufeln und festdrücken. Handelt es sich um einen starken und schon weit vorgeschrittenen Fraß, der voraussichtlich an und für sich zum Tode führen würde, so ist die radikale rechtzeitige Entfernung der befallenen Stämmchen das einzige Mittel, um eine Weiterverbreitung zu verhindern. Endlich kann auch das Fangen der trägen Falter durch Absuchen oder Abschütteln Erleichterung schaffen.

Über die natürlichen Feinde ist oben schon einiges gesagt: An Schlupfwespen ist nach Fahringer nur eine Art gezogen: *Cryptus pseudonymus* Tschck. (*sponsor* F.).

Trochilium melanocephala Dalm.

Zitterpappelschwärmer.

Ratzeburg: *S. laphriaeformis* Hb.

Falter: Wesentlich kleiner als die vorige Art. Fühler gelbbraun (bei *apiforme* oben schwarz!). Der ganze Körper blauschwarz, Halskragen und Schulterdecken nur gelb gerandet, auch an den Hinterleibsringen nur die Ränder gelb. Beine gelb. Spannweite 35 mm.

Raupe beinfarben mit dunkelbraunem Kopf, rotgelbem Nackenschild und gelber Afterklappe.

Puppe ohne Gespinst, hellrotbraun.

Diese Art wurde von Ratzeburg (W. II. 396) in die Forstentomologie eingeführt. Er schreibt hierüber: „Die Herren Kalisch und Tieffenbach haben diese Species wiederholt aus Aspen erzogen, wo die Raupe sowohl in den Stämmen, wie auch in stärkeren und schwächeren Zweigen lebt, nach dem Auskommen ein auffallend großes Flugloch hinterläßt usf. Herr Tieffenbach glaubt sogar dreijährige Verwandlung beobachtet zu haben. Ob das Vorkommen im Weinstock, wie v. Heinemann angibt, nicht auf einem Irrtume beruht? Der verstorbene Kirchner, welcher, soviel ich mich aus seinen mündlichen Mitteilungen erinnere, die Species auch aus Aspen erzog, fand sie sogar bei Berlin sehr häufig; auch ich muß Zweigstörungen an Aspen — die man immer leicht von denen der allerdings viel häufigeren *Cerambyx populneus* unterscheidet —, die ich bei Neustadt und anderswo fand, auf diese Spezies beziehen. Schädlich ist sie also jedenfalls, wenn auch die lebenszähe Aspe nicht so leicht dadurch getötet wird.“

Sciapteron tabaniforme Rott.

Taf. V, Fig. 5.

Kleiner Pappelschwärmer.

Syn. *asiliforme* Schiff.

Ratzeburg: *Sesia asiliformis* F. (nec. Rott.!). — Altum: *Sesia asiliformis* F. — Nitsche: *Sesia tabaniformis* Rott. — Wolff-Krauße: *Sciapteron tabaniforme* Rott.

Nimmt durch die fast vollkommene Beschuppung der Vorderflügel eine Ausnahmestellung unter den Sesien ein.

Falter: Vorderflügel mit Ausnahme eines schmalen Längsstreifens braun, ebenso die Adern und Fransen der sonst glashellen Hinterflügel, Körper stahlblau. Einige feine Zeichnungen an Kopf und Brust, Hinterrand von Hinterleibsring 2, 4 und 6 beim ♀, sowie Ring 2, 4, 6 und 7 beim ♂ hellgelb. Länge 12 mm, Flügelspannweite bis 35 mm.

Raupe weißlichgelb mit dunkler Rückenlinie und einzelnen dunklen Härchen, Kopf und Nackenschild schwarzbraun. (Siehe Tabelle S. 400.)

Puppe gelbbraun. Spitze mit 5 großen Dornen jederseits, Frontalfortsatz niedrig, eine runde, scharfe Kante bildend. (Siehe Tabelle S. 402.)

Eier besonders grob und rauh skulptiert, 0,8 × 0,5 mm groß.

Das ♀ legt seine Eier an die verschiedenen Pappel-Arten ab, mit Vorliebe an *Populus tremula* und *canadensis*, dann aber auch an Schwarzpappeln und ausnahmsweise auch an Weiden. Bevorzugt werden die unteren Stammpartien, in 1—2 m Höhe; an der Aspe trifft man die Raupe zu-



Abb. 355. *Sciapteron tabaniforme* Rott. (Kleiner Pappelschwärmer). Wenig vergrößert.



Abb. 356. Anschwellungen (Gallenbildungen) an Pappelstämmchen, hervorgerufen durch den Anfangsfraß von *Sciapt. tabaniforme* Rott.

meist nur in fingerdicken Stämmchen an. Verwundete Stellen (welche z. B. durch Reiben der Stämmchen an Baumpfählen entstanden sind) scheinen bei der Eiablage bevorzugt zu werden; Altum fand solche Stellen an jungen Chausseepappeln so dicht von Raupen besetzt, daß später oft „eine Puppenhülse neben der andern aus dem freigelegten Splint oder der rauhen Rinde hervorragte". An unverwundeten, glatten Rindenstellen fand sich die

Raupe nur vereinzelt. Die Raupe macht nach Altum (1885) zuerst einen plätzenden Fraß unter der Rinde, um dann in den Holzkörper einzudringen und einen aufsteigenden Gang zu fressen, der durchschnittlich 24 cm lang wird, oben blind endigt und nunmehr von der sich umkehrenden Raupe etwas

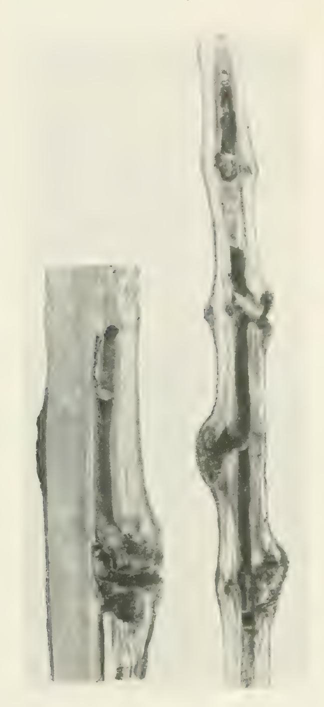


Abb. 357. Durchschnittene Pappelstämmchen mit den Fraßplätzen und -gängen von *Sciapt. tabaniforme* Rott. Die Anschwellungen bedeuten die Stellen des Anfangsfraßes (1. Jahr), im 2. Jahr erst werden die Gänge genagt, an deren oberen Enden sieht man die Puppenwiegen (besonders deutlich am linken Fraßstück).



Abb. 358. Pappelstämmchen, von *Sciapt. tabaniforme* Rott. befallen. An den beiden Anschwellungen sieht man die vorgeschobenen Puppenhüllen, etwas unterhalb der Mitte sitzt ein frischgeschlüpfter Falter.

unterhalb seines oberen Endes seitlich bis zur Peripherie des Stammes fortgeführt wird. Hier ruht die Raupe den 2. Winter ihres Lebens in einem aus Nagespänen gefertigten Kokon, in dem sie sich schließlich im Frühjahr verpuppt. In einigen Punkten hiervon abweichend sind die Angaben Kemners (1922): „Die junge Larve geht von ihrem Eingangspunkt erst oberflächlich in den Stamm, der durch diesen Fraß leicht anschwillt (Gallenbildung) (Abb. 356). In ihrem zarten Gespinst eingesponnen überwintert die Larve

(in Schweden) das erstemal in diesem Gang und dringt erst im nächsten Sommer tiefer ins Holz ein"[1]). „In der höchsten Spitze des Ganges baut sie ihre Wiege, kehrt sich vor der Verpuppung um und ruht mit dem Kopf nach unten. Das Flugloch wird nicht ganz vollständig von der Raupe ausgenagt und ist gewöhnlich von Rindenstücken zugedeckt. Die Puppe liegt in einem Kokon von weißem Gespinst mit wenigen Pflanzenfasern verstärkt.

In unseren Fraßbildern (Abb. 357) sind die Gänge wesentlich kürzer (als bei Altum angegeben), nämlich etwa 6—10 cm; auch finden wir keine besonders genagten Gänge für das Schlüpfen, sondern dieses geschieht durchgehends an der angeschwollenen Stelle des Anfangsfraßes (Abb. 358).

Die Generation ist zweijährig[2]). Man erkennt die Anwesenheit der Raupen an den mittelfeinen Nagespänen (nebst Saftausfluß), welche aus einer kleinen Rindenöffnung austreten.

Der Schaden durch *tabaniforme* ist ähnlich zu werten wie der von *apiforme*. Der kleine Pappelschwärmer kommt ebenfalls nicht selten mit *Saperda carcharias* zusammen vor; er tritt bisweilen in auffallender Menge auf. Die befallenen Pappeln werden durch den jahrelang anhaltenden Fraß, der die Wundstellen nicht zum Verwallungsschluß kommen läßt, sondern im Gegenteil dieselben fortwährend vergrößert, sowie durch den Holzfraß, durch den zahlreiche Schadstellen bleiben, nicht unerheblich entwertet. In Italien bisweilen großer Schaden; viele junge Pflanzen sind durch den Fraß zum Absterben gebracht. Die aus der Wunde ausfließenden Säfte bilden den Nährboden schädlicher Pilze (Cecconi).

Die Bekämpfung geschieht in gleicher Weise wie bei *apiforme* (s. dort).

An Parasiten wurde die Schlupfwespe *Paniscus testaceus* Grav. gezogen (Fahringer).

In Weiden.

Sesia formicaeformis Esp.

Kleiner Weidenglasschwärmer.

Syn.: *Sesia nomadaeformis* Hb. nec. Lasp.!).

Dieser kleine Glasschwärmer, der gleichfalls im Mai, Juni und Juli fliegt, ist durch die schön bräunlichrote, von schwarzen Adern durchzogene Saumbinde der Vorderflügel und den breiten, roten Hinterleibsring gekennzeichnet (s. Tabelle S. 399). Er ist im allgemeinen selten und scheint im südöstlichen Deutschland zu fehlen.

Falter blauschwarz, Unterseite der Palpen, Hinterleibsring 4 ganz und Unterseite von Hinterleibsring 5, beim ♂ oft auch von Ring 6, sowie Saum der Vorderflügel rot. Ein Strich vor den Augen rein weiß, Teile der Schienen und Füße gelblich. Hinterleib oben auf Ring 2 und 3 gelb bestäubt, Seiten des Afterbusches gelb. Länge 10 mm, Spannweite ungefähr 20 mm.

Die Raupe dieser Art lebt in Stämmen und Ästen der Hegerweiden, namentlich in *Salix viminalis* L., *S. triandra* L. und auch *S. alba* L., *caprea* L. und *aurita* L. Der Fraß wird am genauesten von Altum (1885) geschildert,

---

[1]) Kemner (1922) fand einmal „3 erwachsene Raupen zusammen in einem Stammstück von einem Raum von nur 7 × 1,5 cm. Der eine Gang war nur 37 × 6 mm, was sehr wenig für eine Raupe ist, die selbst erwachsen 30 × 4,5 mm groß ist".

[2]) Cecconi (Man. entom. for. S. 88) gibt für Italien einjährige Generation an.

welcher angibt, daß bei dieser Art die Raupe gleich in das Holz geht, hier eine größere Höhlung ausfrißt und dann erst aufwärts steigend die Markröhre anfangs stärker, dann schwächer ausfrißt. Der nur 10 cm lange Gang wendet sich schließlich der Peripherie zu[1]. An seinem Ende ruht ohne eigentlichen Kokon die Puppe, die, um sich herauszuschieben, nur ein dünnstes Rindenhäutchen zu durchstoßen braucht (Abb. 361). Weidenheger, in denen die Ruten zu hoch abgeschnitten werden, bilden gute Entwicklungsstätten für diese Art, weil die stehenbleibenden Rutenstummel gern mit Eiern belegt werden. Dieses Tier wird also im Verein mit *Cryptorrhynchus lapathi* L. hier erheblichen Schaden tun können. Fälle eines sol-



Abb. 359. *Sesia formicaeformis* Esp. (Kleiner Weidenglasschwärmer). 2×.



Abb. 361. Weidenstamm mit hervorgeschobener Puppenhülle von *Sesia formicaeformis* Esp., an der Basis das aufgestoßene Deckelchen. Nach Kemner.



Abb. 360. Durchschnittene Weidenstämmchen mit Fraßplätzen und -gängen von *Sesia formicaeformis* Esp.

[1] Nach Kemner (1922) geht die Raupe (wohl in dickeren Stämmen) nicht ins Holz, sondern lebt nur in der Rinde.

chen sind aber bis jetzt nicht bekannt geworden, obgleich Altum wohl mit Recht vermutet, daß die Schäden in Weidenhegern, welche bisweilen dem *Trochilium apiforme* Cl. zugeschoben werden, von dieser Art herrühren. Nach Sorhagen (Spuler) „lebt die Raupe besonders auch in kropfigen Auswüchsen („Wirrzöpfen") der jüngeren Stämme und Zweige von *Salix capreae* L. an sonnigen Plätzen". Den gleichen Fundort gibt Schütze (1918) an.

Als Abwehr ist tiefes, richtiges Schneiden der Ruten, Entfernen und Verbrennen noch bewohnten Materials zu empfehlen.

Sesia formicaeformis Esp. ist der Wirt zahlreicher Parasiten; Fahringer (i. l.) zählt folgende Arten auf: *Proxus sesiae* Phoes., *Phaenolobus arator* Rossi, *Gambrus ornatus* Grav., *Hemiteles ornata* Brisch., *Perosis annulata* Brisch., *Theniscus bilineatus* Grav. und *impressor* Grav., *Anilastus longicornis* Brisch., *Ophion luteus* L. und *obscurus* F., *Pimpla roborator* L., ferner den Braconiden *Macrocentrus marginator* Nees. und den Chalcididen *Elachistus leucogramma* Rott.

* * *

Außerdem kommt in Weiden noch vor:

Trochilium crabroniforme Lew. Zweijährig, in Wurzeln und Stamm der Salweide (*Salix caprea* L., Abb. 362); ferner gelegentlich *Trochilium apiforme* Cl. (Salweide) und *Sciapteron tabaniforme* Rott.

In Erlen und Birken.

Wir behandeln die Erlen- und Birkenbewohner der Glasschwärmer gemeinsam, weil die praktisch wichtigeren Formen beide Holzarten bewohnen.



Abb. 362. Stück eines Weidenstammes mit Fraß von *Trochilium crabroniforme* Lew.

Sesia spheciformis Gerning.

Taf. V, Fig. 6.

Erlenglasschwärmer.

Ratzeburg: *Sesia sphegiformis* F.

Von allen Sesien die forstlich beachtenswerteste Art, die in Erlenpflanzungen beträchtlichen Schaden anrichten kann.

Falter: Blauschwarz, Unterseite der Palpen, ein großer Seitenfleck unterhalb der Flügelbasis an der Brust, zwei Längsstriche oben auf den Seiten des Thorax, der Rückenrand von Hinterleibsring 2, der Bauchrand von Hinterleibsring 4 und Unterseite der Flügel an dem Vorderrande gelb. Ein Fleck vor der Fühlerspitze, Schienensporen und Unterseite der Füße weißlich. Länge 15—17 mm, Spannweite 25—30 mm (siehe Tabelle S. 399).

Raupe nach beiden Seiten etwas abgeflacht, gelblichweiß, mit braungelb durchscheinendem Rückengefäß, braunrotem Kopf und gelblichem Nackenschild. 30—40 mm (siehe Tabelle S. 401).

Puppe hellgelb. Frontalfortsatz hoch herausstehend (siehe Tabelle S. 402).

Der Erlen-Glasschwärmer fliegt Ende Mai, Anfang Juni und ist wohl über ganz Europa als gemeinere Art verbreitet. Er legt seine Eier am liebsten an junge Erlenstämmchen von 2—5 cm Durchmesser tief unten am Wurzelknoten, und zwar gewöhnlich einzeln oder nur zu wenig Stücken, ausnahmsweise auch in größeren Partien (Altum). Die Raupe frißt zunächst unter der Rinde plätzend einen größeren Hohlraum und steigt dann innerhalb des Holzes in einem kurzen, geraden, meist kaum 10 cm langen Gange in die Höhe (Abb. 364). Der mit Nagespänen gemischte Kot tritt wurstförmig durch eine Öffnung in der Rinde über dem Anfangsfraße hervor, und ist daher zwischen dem Graswuchse meist nur schwer rechtzeitig zu erkennen. Der Fraß dauert zwei Sommer hindurch, die Verpuppung tritt im Frühjahre des dritten Kalenderjahres in einem dünnen, aus lockerem Gespinste und feinsten kurzen Nagespänen bestehenden Kokon ein. Die Puppe schiebt sich gewöhnlich durch eine am oberen Ende des Ganges von der Raupe unter Belassung einer dünnsten Deckschicht hergestellten Öffnung vor (Abb. 365), kann dies aber auch ausnahmsweise an der Auswurfsöffnung für den Kot tun. Auch frische Stöcke älterer Erlen werden von dieser Raupe bewohnt (Altum, 1885) und desgleichen Stockausschläge von Birken.



Abb. 363. Falter, Puppe und Raupe von *Sesia sphecijormis* Gerning. Nach Nitsche.

Der Schaden ist vielfach nicht unbeträchtlich. Es werden häufig sehr gutwüchsige Erlenpflanzungen durch dieses Tier, dessen Fraß erfahrungsgemäß von den Forstleuten gewöhnlich mit dem von *Cryptorrhynchus lapathi* L. (siehe Bd. II, S. 406) verwechselt wird, sehr stark gelichtet, oder wohl auch ganz zerstört, desgleichen brechen zu Besenreisig bestimmte befallene Birkenausschläge am Stock ab.

„Der Forstmann wird meist zuerst durch hervorragende klaffende Puppenhüllen (Abb. 365) auf den Befall aufmerksam. Er möge alsdann nicht versäumen, sämtliche jungen Erlen der Umgebung tief unten nach dem gewöhnlich durch Gras und Kräuter verdeckten Nagemehl, feinen Holzspänchen zu untersuchen. Auch die Anzeichen früheren Fraßes, nämlich die offenen Fluglöcher und das Aufspringen der Rinde über der Fraßstelle mögen ihn zu einer genauen Revision veranlassen. Auch sollen diejenigen jüngeren Bestände, bei denen man die Sesien stets auf den Blättern sitzend oder niedrig umherschwärmend beobachtet hat, später gründlich nach den Bohrspänen untersucht werden. Die besetzten Stämme gehen allmählich zurück, werden zopftrocken, treiben Wasserreiser, werden bald unterdrückt und gehen endlich ganz ein“ (Altum, F. 44).

In der forstlichen Literatur wird mehrfach über größere Schäden, vor allem in Erlenpflanzungen, dann auch an Stockausschlägen von Birke berichtet (Ratzeburg W., Altum F. und 1885, Nitsche).

Die Bekämpfung geschieht am besten durch radikale Entfernung (tiefes Abhauen) und Vernichtung der befallenen Pflanzen vor der Flugzeit. Bei Stöcken empfiehlt sich das Anteeren der Schnittflächen an der Grenze von Holz und Rinde, um so die Brutstätten möglichst einzuschränken.

Auch der Erlenglasschwärmer hat zahlreiche Parasiten; Fahringer zählt folgende Schlupfwespen auf: *Cratocryptus leucopsis* Gr. und var. *alpina* Strobl., *Theniscus bilineatus* Gr. und *impressor* Gr., *Perosis annulata* Brisch., *Ephialtes manifestator* L. und *tuberculatus* Fousor., *Pimpla roborator* F., *Lissonota nigra* Br.; ferner die Braconiden *Macrocentrus marginator* Nees. und *nitidulator* Nees.



Abb. 364. Durchschnittener Erlenstamm mit Fraßgängen von *Sesia spheciformis* Gerning. Auf der rechten Seite unten und auf der linken unter der Mitte der plätzende Anfangsfraß.

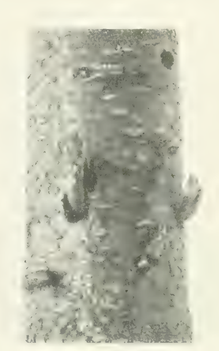


Abb. 365. Erlenstamm mit Ausfluglöchern und hervorgeschobenen Puppenhüllen von *Sesia spheciformis* Gerning.



Abb. 366. Querschnitt durch einen Erlenstamm mit Fraßgängen von *Sesia spheciformis* Gerning.

Sesia culiciformis L.

Taf. V, Fig. 8.

Kleiner Birkenglasschwärmer.

An der breiten roten Querbinde des Hinterleibes leicht kenntlich (siehe Tabelle S. 399). Gehört wie die vorige Art zu den gemeineren, durch ganz Europa verbreiteten Arten.

Falter blauschwarz, die Wurzel der Vorderflügel und der Saum braunrot bestäubt. Die Unterseite der Palpen und der ganze Hinterleibsring 4 braunrot. Ein Strich vor den Augen weiß, Schenkel und Schienen innen weißgelb. Länge 10 mm, Spannweite 22 (♂)—28 mm (♀).

Raupe weißgrau oder weißlichgelb, mit goldbraunem Nackenschild und hellbraunem Kopf; 20 mm lang (siehe Tabelle S. 401).

Puppe ockergelb, mit nur schwachen, mit freiem Auge kaum sichtbaren Dornenkränzen auf den Hinterleibssegmenten. Länge 12 mm (siehe Tabelle S. 402).

Dieser Schmetterling ist ursprünglich ein echtes Birken-Insekt, dessen Raupe die starke Birkenrinde und Birkenmasern bewohnt, also Stellen, wo der Falter seine Eier leicht unterbringen kann. Namentlich werden frische Stöcke von dem Ende Mai, Anfang Juni schwärmenden Weibchen gern an der Grenze von Rinde und Splint mit Eier belegt, ebenso auch Aststümpfe, die an älteren Birken durch Aufasten, an jüngeren durch Schneideln entstehen. Die Raupe frißt zunächst plätzend unter der Rinde und macht später aufsteigende Gänge, die bei stärkerem Material oft bloß den Splint tief furchen, bei schwächerem vollständig im Holze verlaufen. Sie bleiben kurz, sind gewöhnlich nur ungefähr 6 cm lang und werden mit feinen, bis 1 cm langen, durch Gespinstfasern verbundenen Holzfasern ausgelegt, welche auch eine Art Puppenwiege bilden. Auch hier wird der Kot durch eine Auswurfsöffnung an der Anfangsstelle des Fraßes entfernt.

Die Art kommt in gleicher Weise an frischen Erlenstöcken und jüngeren Erlenpflanzen vor.

Die Generation ist einjährig.

Der Schaden ist an den Stöcken verschwindend, desgleichen an den Aufastungsstellen älterer Stämme. An Stöcken hat er sogar das Gute, einen tieferen Ausschlag zu erzeugen. Dagegen gehen jüngere, geschneidelte Stämmchen bis 5 cm Stärke, wenn ihre Rinde von den Schnittstellen aus unterwühlt wird, vielfach ein. Auch ist neuerdings dieses Tier in Erlenpflanzungen bis Heisterstärke verheerend aufgetreten.

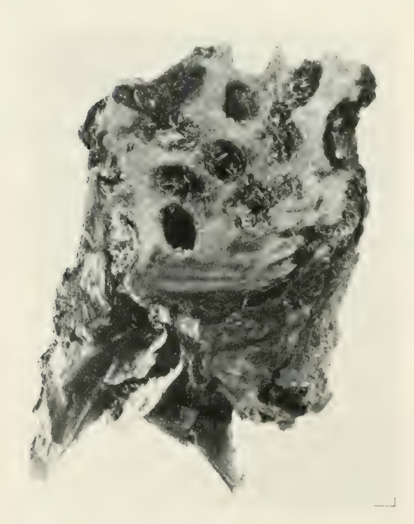


Abb. 367. Ein von *Sesia culiciformis* L. stark befallener Birkenstock.

Wenn auch bereits Ratzeburg (W., S. 397 u. 398) den Fraß dieses Tieres in Birke und Erle kannte, so verdanken wir ausgedehntere Mitteilungen hierüber erst Altum. Er berichtet (1885) über einen größeren Fraß in Uhrmanndorf bei Horka, Regierungsbezirk Liegnitz, bei welchem zunächst starke, 1881 aufgeastete Alleebirken 1882 von dem Falter befallen worden waren, von denen er dann 1883 auf junge, in der Nähe befindliche geschneidelte Birken überging und diese zum großen Teile tötete. Desgleichen berichtet

er über einen verheerenden Fraß an Erlen bis Heisterstärke zu Cladow, Regierungsbezirk Frankfurt a. d. O. (1885). Bei den Erlen scheint der Fraß nicht immer von einer Wundfläche auszugehen (Nitsche).



Abb. 368. A Birkenstamm mit zahlreichen Fraßgängen von *Sesia culiciformis* L., B Stück eines Birkenstammes mit einer aus langen Spänen errichteten Puppenwiege und hervorgeschobener Puppenhülle, C Puppenwiege isoliert.

Außer an Erle und Birke kommt *culiciformis* auch an Linde und Obstbäumen (Apfel-, Birn-, Pflaumenbäumen) vor.

Unter den Abwehr-Maßregeln ist zunächst als Vorbeugung ein Anteeren der frischen Erlen- und Birkenstöcke besonders an der Grenze von Rinde und Holz zu erwähnen, da auf solche Weise keine Brutstätten für die Vermehrung dieser Schädlinge entstehen, von denen aus sie auf benachbarte jüngere Stämmchen übergehen können. Teert man Birkenstöcke nicht, so muß man in dem nächsten Jahre wenigstens das Schneideln der jungen Birken in der Nähe unterlassen. Bereits befallenes junges Material ist am besten vor der Flugzeit tief abzuschneiden und zu verbrennen. An befallenen Stämmchen kann man das Ausschlüpfen der Falter durch Bestreichen der am Kotaustritt erkannten Fraßstellen mit Teer verhindern. An Erlen, wo der Fraß meist sehr tief ist, geht das allerdings schwer, wie denn überhaupt hier der Schaden meist erst erkannt wird, wenn die Bäumchen kränkeln und eingehen (Nitsche).

Als Parasiten gibt Fahringer nur den Braconiden *Macrocentrus marginator* Nees. an.

Sesia scoliiformis Bkh.

Taf. V, Fig. 7.

Ratzeburg: *scoliaeformis* Lasp.

An den vor der Spitze oben weißlich gefärbten Fühlern und dem ockergelben Afterbusch leicht kenntlich (s. Tabelle S. 399). Nach Ratzeburg (Waldverderbnis II. 398) lebt die Raupe (s. Tabelle S. 401) in Birken, vorwiegend auf feuchtem Gelände, in alten, mit starker Rinde bedeckten Stämmen am unteren Teil zwischen Holz und Rinde in unregelmäßig gefressenen Gängen, er fand sie „an mittleren Stämmen, die aber unten schon fingerdicke Rinde hatten; entweder waren nur Risse vorhanden oder es fehlten schon Rindenstücke, welche die Natur durch Verwallung zu ersetzen suchte". „Die braunen Gänge sind nicht lang, die Raupe frißt mehr plätzig und macht vor dem Ausflug des Falters einen holzbraunen Kokon von Größe (und Farbe) einer Mandel, wenn man sich diese walzig und nicht flach denkt." Die Generation ist zweijährig.

Von einem Schaden kann kaum gesprochen werden.

In Eichen.

Sesia vespiformis L.

Syn.: *S. asiliformis* Rott. (nec. Schiff.!), *S. cynipiformis* Esp. (bei Ratzeburg).

Falter: Die mondförmige Mittelbinde der Vorderflügel lebhaft rot gefärbt, Saumbinde schwarz. Afterbusch beim ♀ fast ganz gelb, beim ♂ dagegen mit nur wenig Gelb. Körper blauschwarz, am Hinterrand des Thorax ein gelber Doppelfleck. Fühler blauschwarz. Spannweite 20 mm.

Raupe schmutzigweiß mit dunkelbraunem, vorne schwarz eingefaßtem Kopf und braungelbem, mit braunen Reihen versehenem Nackenschild.

Bei Ratzeburg (W. II, 398) finden sich folgende forstlich-biologischen Angaben über diese Art: „In stehenden Stämmen erscheint die Raupe nicht, sondern nur in frisch gehauenen Stöcken, am liebsten im Mittelwald, weil die stehenbleibenden Oberständer und Lasreidel die Stöcke so beschatten, daß ihre Safthaut noch frisch genug für die Angriffe der Sesien bleiben. Der Falter legt dann seine Eier (gewöhnlich Juni, Juli) in die Cambialschicht, und die Räupchen fressen sich nach ihrem Auskriechen in die Rinde abwärts. Solange sie gesondert bleiben, kann man ihre



Abb. 369. *Sesia vespiformis* L. $1^3/_4\times$.



Abb. 370. Ein Stück Eichenrinde mit vorgeschobener Puppe und Falter von *Sesia vespiformis* L.



Hepialiden, Cossiden, Sesien und Pyraliden

1 Hep. humuli *L.* (links ♂, rechts ♀) 2 Coss. cossus *L.* 3 Zeuz pyrina *L.* (rechts ♀, links ♂). 4 Trochilium apiforme *Cl.* 5 Sciapteron tabaniforme *Rott.* 6 Sesia spheciformis *Gerning.* 7 S. scoliiforme *Bkh.* 8 S. culiciformis *L.* 9 S. myopiformis *Bkh.* 10a u. b S. tipuliformis *Cl.* 11 Ephestia elutella *Hb.* 12 Hyphantidium terebrellum *Zck.* 13 Dioryctria splendidella *H. S.* 14 D. abietella *Schiff.* 15 D. schützeella *Fuchs.* 16 D. mendacella *Stgr.* 17 Acrobasis zelleri *Rag.* 18 A. consociella *Hb.* Sämtliche Figuren schwach vergrößert.

Gänge unterscheiden; kommen aber mehrere zusammen, so bilden sich auch Plätze. Einmal wurden 15—20 Puppen aus einem und noch dazu schwachen Stock gelöst; sie lagen unter einer sehr schwachen Rindendecke. Zur Flugzeit schieben sie sich nach Sprengung der Rinde daraus hervor und entlassen den Schmetterling. Können die Raupen den Stock ganz umspannen, so ist er verloren. Befressen sie denselben an einer Seite, so geht nur der Stockausschlag zugrunde"[1]).

Die Generation ist zweijährig.

An Parasiten nennt Fahringer: *Theniscus bilineatus* Gr. und *Syceuctus irisorius* Rossi.

Sesia conopiformis Esp.

Syn.: *S. nomadaeformis* Lasp. (nec. Hb.!) (bei Ratzeburg).

Falter: Die breite Querbinde der Vorderflügel blauschwarz, Saumbinde mit dem Vorderrand der Vorderflügel intensiv goldglänzend. Afterbusch bei ♂ und ♀ blauschwarz. Metathorax mit gelbem Querfleck, Hinterleib mit 3 gelben Ringen. Fühler oben einfarbig schwarzblau. Spannweite 20 mm.

Raupe weißlich mit dunkel durchscheinendem Rückengefäß, schwarzen Stigmen und einem gelblichen verwischten Längsstreifen darunter. Nackenschild hellbraun, Kopf braun, vorne schwarz.

Generation zweijährig. Unter der Rinde und im Holz von Kropfbildungen in weiten Gängen in alten, kranken Eichen und Eichenstümpfen. Verpuppung in mit Holzspänen vermischtem Gespinst von Mai bis Juli (Spuler). Ratzeburg (W. II. 397) führt die Meinung eines Beobachters an, wonach die Raupe ziemlich schädlich werden könne (was aber kaum zutreffen dürfte).

In Nadelholz.

Sesia cephiformis Ochsh.

Tannenkrebsglasschwärmer.

In seinen „Forstinsekten" hat Ratzeburg diese Art (s. Tab. S. 399), obwohl sie ihm als Tannenbewohner bekannt war, nicht erwähnt, da sie als große Seltenheit galt. Dagegen hat er ihr in der „Waldverderbnis" (II. S. 29 ff.) eine ausführliche Darstellung gewidmet, da ihm inzwischen ein häufigeres Auftreten bekannt geworden war, und zwar stets in Verbindung mit Anschwellungen und „Beulen" an Weißtanne. Dieser letztere Umstand brachte ihn zu der Überzeugung, daß die Sesien die Verursacher der Beulenbildung seien. Die Überzeugung stand so fest bei ihm, daß auch die Einsendung von anscheinend nicht bewohnten Beulen ihn davon nicht abzubringen vermochte. Wenn er in ihnen auch keine solchen Gänge wie an den



Abb. 371. *Sesia cephiformis* Ochsh. (Tannenkrebsglasschwärmer). 2½×.

[1]) Kemner (1922, S. 50) berichtet von einem Sesienfraß an jungen Eichentrieben, die durch einen quergestellten Gang angegriffen und dort gallenartig angeschwollen waren. Nielsen hat die Sesie als *vespiformis* bestimmt (nach einer Larve); da diese aber bis jetzt nur in der Borke alter Eichen gefunden wurde, so hält es Kemner für wahrscheinlich, daß es sich hier um eine andere Art gehandelt habe.

mit fressenden Raupen versehenen Exemplaren fand, so glaubte er dennoch auch hier überall „feine Höhlungen zu entdecken, welche auf Gänge deuteten, in denen wahrscheinlich die noch kleinen Räupchen gestorben waren".

Seitdem aber de Bary (1869) als wirkliche Ursache dieser Anschwellungen das Mycel derselben Pilzspecies erkannt hatte, welches auch die Hexenbesen der Weißtanne erzeugt, des *Aecidium elatinum*, muß man diese Sesie lediglich als sekundären Bewohner dieser Bildungen ansehen. Wahrscheinlich ist es die rissige Oberfläche der Masern, welche das Weibchen veranlaßt, gerade hier vorzugsweise seine Eier abzulegen. Der Fraß schadet nur dadurch, daß er ein Abfallen der Rinde verursacht und nun der Holzkörper von der bloßgelegten Stelle an morsch und faul wird. Man kann diesem Schaden durch Anstreichen der Anschwellungen mit Raupenleim begegnen, wodurch sowohl das Ausschlüpfen der Falter als das Ablegen der Eier verhindert wird.

Übrigens ist *cephiformis* keineswegs auf die Tanne beschränkt, sondern sein Vorkommen ist ein weit allgemeineres innerhalb der Nadelhölzer. Wurde er doch auch je einmal aus Wacholder[1]) (Hartmann), Fichte, Lärche (Spuler) und Kiefer (Baer) gezogen[2]). Doch überall beschränkt sich das Vorkommen auf krankhafte Stellen, die besondere Ernährungsverhältnisse bieten. Der Kiefernast, der die Sesie lieferte, war durch *Peridermium pini* Will. verunstaltet; die „Wülste und Anschwellungen" der Wacholderzweige, aus denen Hartmann seine Exemplare zog, lassen unschwer die Wirkungen einer *Gymnosporangium*-Art erkennen, und das aus der Fichte erhaltene Exemplar stammt aus einem „Knollen, bei dem es nahe genug liegt, ähnliche Bildungsverhältnisse anzunehmen". „Also überall, wo wir die Sesienraupen sich einnistend finden, üppige Rindenwucherung und eiweißreiches Pilzmycel" (Baer, 1908). Von allen diesen Hypertrophien scheint der Tannenkrebs die größte Anziehungskraft auf unsere Sesie auszuüben. Wurden doch aus einer einzigen derartigen Beule einmal 67 Falter gezogen, und nicht selten erhält man Schilderungen, wonach die Beulen so dicht mit den hervorgeschobenen Puppenhülsen bedeckt waren, daß sie an Igel erinnerten (Baer).

Der Falter fliegt im Juni, und zwar im schattigen Wald (Schütze, 1918). Die Generation wird übereinstimmend als zweijährig angegeben.

An Obstbäumen.

Anhangsweise seien hier noch einige an Obst schädliche Sesien genannt. Die häufigsten sind:

Sesia myopiformis Bkh. („Apfelbaum-Glasflügler). (Taf. V, Fig. 9). Gehört zu den kleineren Sesien mit rotgeringeltem Hinterleib (siehe Tabelle). Eiablage von Mai bis August in Rindenritzen, lieber noch in schlecht verheilenden Wundrändern, absterbenden Knospen usw., an Apfel-, seltener Birn-, Pflaumen- und Aprikosenbäumen, auch an Weißdorn. Der Raupenfraß, der teils im

---

[1]) Schütze (1918) bezweifelt, daß *cephiformis* am Wacholder und überhaupt an anderen Nadelhölzern außer der Tanne vorkommt.

[2]) Daß *cephiformis* auch in *Evonymus*-Stauden vorkommt, wie Tomala in der D. Ent. Zeit. Iris Bd. 18 (1890) angibt, dürfte auf einem Irrtum beruhen.

Splint, teils im Holz stattfindet, erzeugt Krebswunden, oft in großer Zahl an einem Baum (Abb. 372).

Sesia tipuliformis Cl. („Johannisbeer-Glasflügler"). (Taf. V, Fig. 10 a und b.) Gehört zu den gelbgeringelten Arten mit oben einfarbig schwarzblauen Fühlern (s. Tabelle). Besitzt eine sehr große geographische Verbreitung über Europa und Asien; außerdem auch in Nordamerika, Tasmanien und Neuseeland vorkommend.

Eiablage im Juli, August. Etwa 60 Eier einzeln dicht an Knospen, durch die die Raupe eindringt; den Sommer über in den dünnen Spitzenzweigen, erst zur Überwinterung in den Stamm gehend. Ihre Gänge haben stets schwarze Wände (Abb. 373). Folgen des Fraßes: welkende und absterbende Zweige. Kommt vornehmlich in Johannisbeere vor, dann aber auch in Stachelbeere; auch in Hasel beobachtet. Abschneiden und Vernichten der welkenden Zweige.

Bembecia hylaeiformis Lasp. („Himbeer - Glasflügler"). Eine durch besonders schmale Flügel ausgezeichnete Art. Fühler ohne Haarpinsel am Ende (im Gegensatz zu *Sesia*). Das äußere Glasfeld scharf begrenzt. Körper blauschwarz. Hinterleibssegmente 4, 5, 6, beim ♂ auch 7 hinten gelb begrenzt. Bezüglich Raupe und Puppe, die in mehreren Punkten von *Sesia* abweichen, siehe Tabellen.

Die Eier (ca. 100) werden einfach während des Fluges fallen gelassen. Die jungen Raupen bohren sich in die unterirdischen Teile der Himbeer- oder Brombeerpflanze ein und minieren hier zunächst oberflächlich, oft ringelnd, so daß eine Galle entsteht; erst später geht die größere Larve in den Stamm (Kemner). Puppe im Mark vorjähriger Stengel. Generation einjährig.

Unter den natürlichen Feinden nennt Kemner (1919) eine *Cordyceps*-Art, die an den Raupen lebt und die einige Zentimeter lange, graue, mit hornartigen Fortsätzen versehene Fruchtkörper bildet.



Abb. 372. Krebswunde an einem Apfelbaum, hervorgerufen durch *Sesia myopiformis* Bkh. Nach Reichelt (aus Reh).



Abb. 373. Ein Johannisbeerstämmchen mit Fraßgang von *Sesia tipuliformis* Cl.

Literatur über Sesiiden.

Altum, 1861, Lepidopterologisches aus dem Münsterlande III. Stett. ent. Zeit. p. 84.

—, 1885, Über forstlich wichtige Sesien. Z. f. F. u. J. S. 1—12.

—, 1887, *Sesia culiciformis* in Erle. Ebenda. S. 114—115.

Baer, W., 1908, siehe Escherich und Baer.

Barger, A., 1911/12, Das Sammeln der Raupen und die Weiterzucht aus der Gruppe der Sesiiden. Ent. Rundschau.

De Bary, 1869, Über den Krebs und die Hexenbesen der Weißtanne. Bot. Zeitg. 257—264.

Escherich und Baer, 1908, Tharandter Zoologische Miscellen. I. Reihe, Nr. 3. *Sesia cephiformis*. — N. Z. f. F. u. L. 6. Jahrg. S. 513.

Harwood, W. H., 1911, Ovipositing of *Sesia apiformis*. The Entomologist. Bd. 44, S. 362.
Kemner, N. A., 1919, Ballon och Vinbärsglasvingarna (*Bembecia hylaeiformis* Lasp. och *Sesia tipuliformis* Cl.) Medd. Nr. 181 Centralanst. Entom. avdel. Nr. 32. Linkoping.
—, 1922, Zur Kenntnis der Entwicklungsstadien einiger Sesiiden. Entom. Tidskr. S. 41—57.
Lambillion, L. J., 1912 Quelque remarque sur la Sésie du Grosseillier (*Sesia tipuliformis*). Rev. Soc. Namur Ann. 12.
Oehme, E., 1908, Daten der Larvenzustände der in Sachsen einheimischen Arten der Familie *Sesiidae*. Z. f. wiss. Insektb.
Ragusa, E., 1922, Le Aegeridae (Sesiidae) della Sicilia. Bull. Lab. Zool. Gen. Agr. R. Scuola Sup. Agric. Portici.
Reh, L., 1920, Die Wespenmimikry dei Sesien. Verhdlg. Zool. Bot. Ges. Wien.
Schütze, K. P., 1918, Beitrag zur Kenntnis einiger Sesien. D. Ent. Zeit. „Iris" XXXI, S. 116—119.
Schulze, Hanna, 1926, Über die Eiablage des Schmetterlings *Trochilium apiforme* L. — Zool. Anzeiger LXVIII.
Sitowski, Ludwik, 1927, *Pimplinae* und *Braconidae* als Sesien-Parasiten. Bull. Ent. Pologne. T. V 1.
Staudinger, O., 1854, De *Sesiis agri berolinensis*. Berlin.
—, 1856, Beitrag zur Feststellung der bisher bekannten Sesien-Arten Europas und der angrenzenden Länder. Stett. ent. Z. 1856.
Zukowsky, B., 1910/11, Die deutschen Sesien. Genaues über die Sammelweise derselben. Int. Ent. Zeit.

Familie: Psychidae Boisd.

Sackträger.

Die Psychiden sind unansehnliche Schmetterlinge von geringer Größe und mit düster gefärbten, oft nur unvollkommen beschuppten Flügeln. Die Raupen besitzen die Kunst des Sackspinnens, die ja verschiedenen Kleinschmetterlingen zukommt, in ganz besonders hohem Maße. Das auffallendste Merkmal dieser Familie ist der starke Sexualdimorphismus. Die Weibchen sind durchweg stark modifiziert und oft auf das Larvenstadium reduziert. Es sind stets flügellose, vielfach (infolge des stark vergrößerten Hinterleibes) madenförmige, plumpe Tiere, bei denen oft die Augen, Fühler und Beine stark rückgebildet sind und die in der Regel den von der Raupe verfertigten Sack nicht verlassen. Nur in wenigen Fällen hat das Weibchen gegliederte Beine und Fühler und normal ausgebildete Fazettenaugen; es kriecht dann aus dem Sack heraus, um sich an diesem anzuklammern und auf das Herankommen eines Männchens zu warten (*Fumea* Stph.).

Die zottig behaarten Männchen dagegen besitzen wohlausgebildete, mehr oder weniger breite Flügel, die wenigstens bei den höheren Formen zeichnungslos und dünn beschuppt (häufig mit Haarschuppen durchsetzt) sind. Wo eine Zeichnung vorhanden ist, hat sie einen netzförmigen Charakter. Das Geäder entspricht einem niederen Typus und ist häufig durch den Mangel oder die Überzahl einzelner Adern auffallend. Die Analis neigt am meisten zur Rückbildung; stets ist auf den Vorder- und Hinterflügeln der Stamm der Mediana erhalten. Adern r_2 und r_3 im Vorderflügel stets näher beieinander entspringend als m_3 bei cu_1; bisweilen r_2 und r_3 gestielt (Abb. 375).

Die Fühler sind im männlichen Geschlecht bewimpert oder doppeltkammzähnig. Die Augen klein, oft unter der stets rauhen Kopfbehaarung verborgen. Taster sind meist ganz rückgebildet. Mandibeln rückgebildet, ebenso fehlt ein Rüssel überall.

Die Raupen leben in selbst angefertigten Säckchen. Sie besitzen stets gut entwickelte Thorakalbeine, aber meist nur rudimentäre Bauchfüße mit Hakenkränzen („Kranzfüße"). Alle Teile, die aus dem Sack hervortreten



Abb. 374. Imagines und Säcke mit vorgeschobener Puppe von: A und B *Psyche ecksteini* Led., C und D *Psyche (Pachytelia) unicolor* L. Falter $1^{3}/_{4}\times$, Säcke $1^{1}/_{1}\times$.

(zum Fressen und Fortbewegen), also Kopf und Thorax, sind kräftig chitinisiert, während der dauernd im Sack verborgene Hinterleib nackt und weich bleibt. Zur Verpuppung spinnen sich die Raupen mit ihrem Sack gewöhnlich an einem Baumstamm oder ähnlichen Gegenständen fest. Die mit Borstenkränzen bewaffnete männliche Puppe schiebt sich vor dem Ausschlüpfen des Schmetterlings bis zur Hälfte aus dem Sack hervor, während die weibliche Puppe gewöhnlich im Gehäuse stecken bleibt. Bei manchen Arten (Gattung *Psyche* u. a.) schlüpft das Weibchen überhaupt nicht mehr

aus der Puppenhülle, sondern begnügt sich damit, seinen Körper aus letzterer etwas herauszustrecken.

Die Begattung erfolgt gewöhnlich in der Weise, daß das Männchen seinen lang ausdehnbaren Hinterleib in den Sack bzw. in die Puppenhülle einschiebt. Die Dauer der Begattung ist in der Regel sehr kurz. Die Lebensdauer der Imagines währt oft nur wenige Stunden.

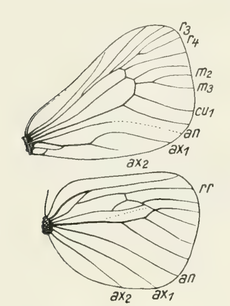


Abb. 375. Flügelgeäder einer Psychide (*Psyche viciella* Schiff. ♂). Nach Spuler.

Die Eier gehören der Flachform an und sind in der Regel glatt und oval. Sie werden in großer Zahl (200—500) immer in den Sack bzw. in die Puppenhülle abgelegt. Die frisch geschlüpften Räupchen fertigen sich gleich nach dem Verlassen der Eihülle, meist aus den Fragmenten des mütterlichen Sackes, ein kleines Säckchen an.

Ein weiterer interessanter biologischer Zug ist das Vorkommen der Parthenogenese. Beim Ausbleiben des Männchens können die Weibchen bei verschiedenen Arten trotzdem entwicklungsfähige Eier ablegen. Bei einigen Psychiden ist die Parthenogenese sogar zur Regel geworden, wenigstens in bestimmten Regionen ihres Verbreitungsgebietes.

Die Familie enthält ca. 100 europäische Arten, die auf annähernd 20 Gattungen verteilt sind.

Forstlich sind sie ohne Bedeutung, jedoch begegnet der Forstmann nicht selten ihren Gehäusen an Baumstämmen, besonders unter Leimringen, wo z. B. verschiedene Arten der Gattung *Solenobia* Zll. sich häufig einstellen.

Familie: Limacodidae (= Cochlidiidae).

Schildmotten.

Über die systematische Stellung der *Limacodidae* herrscht eine recht verschiedene Auffassung: die einen Autoren rechnen sie zu den „Großschmetterlingen" (Börner stellt sie zusammen mit den Zygaeniden in die Familienreihe der *Anthroceroidea (Zygaenina)*, die anderen (Heymons, Handlirsch usw.) zu den „Kleinschmetterlingen", in die Nähe der Sesiiden (Flügelgeäder!). Letzterem Vorschlag schließen wir uns hier an.

Was die Limacodiden besonders auszeichnet, ist ein Larvenmerkmal. Die Raupen (Abb. 376) gleichen bei oberflächlicher Betrachtung eher einer Nacktschnecke als einer Schmetterlingsraupe; sie sind kurz, eirund, oben hochgewölbt, unten stark abgeplattet, mit kantig abgeschrägten Seiten. Die Bauchfüße sind stark reduziert bzw. zu Langwülsten umgewandelt, mit denen sie sich nur langsam, schneckenartig fortbewegen können. Meist sind sie grünlich gefärbt und daher auf den Blättern schwer zu sehen[1]. Sie leben auf Laubholzbäumen und fertigen im Herbst feste, tonnenförmige Kokons an, in denen sie überwintern, um sich erst im nächsten Frühjahr zu verpuppen.

[1] Bei einer Reihe von tropischen Formen besitzen die Raupen „Brennhaare", die starke Hautentzündungen hervorrufen.

Die Puppe ist ursprünglich mehr oder weniger weich, ihre Anhängsel sind frei und der ganze Hinterleib ist frei beweglich.

Die Falter sind mittelgroße Tiere, stark behaart, breitflügelig (siehe Abb. 378). Fühler relativ kurz (etwas über halb so lang wie der Vorderrand der Vorderflügel), dicht beschuppt, beim Männchen gezähnt. Augen nackt, Nebenaugen fehlen. Palpen mäßig lang, ihr Mittelglied am längsten. Rüssel rudimentär oder fehlend. Die Flügel mit wohlerhaltenem Stamm der Mediana, die Analis kräftig in beiden Flügeln, die Axillaris in den Vorderflügeln mit deutlicher Wurzelschlinge (Abb. 377). In der Ruhestellung werden die Flügel dachförmig getragen. Beide Geschlechter fliegen nachts, die Männchen auch nachmittags in der Sonne.

Die Schildmotten haben ihre Hauptentwicklung in den Tropen, in der indo-australischen und äthiopischen Region, von wo etwa 800 Arten bekannt sind, während sie in unserem Faunengebiet nur mit 2 Arten vertreten sind: *Cochlidion limacodes* Hfn. und *Heterogenea asella* Schiff.



Abb. 376. Raupe einer Limacodide (*Cochlidion limacodes* Hfn.). Nach Krauße.

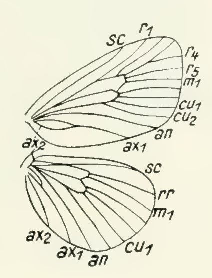


Abb. 377. Flügelgeäder einer Limacodide (*Cochlidion limacodes* Hfn.). Nach Spuler.

Cochlidion limacodes Hfn.

Große Schildmotte.

Ratzeburg: *Tortrix testudinana* Hb. (Schildmotte, Erdschneckenmotte, Zwergeichenspinner).

Der Falter (Ratzeburg nennt ihn „den merkwürdigsten Falter") ist beim Männchen von rotgelber Grundfarbe (die bei starker schwarzbrauner Bestäubung in Form heller Flecken, namentlich im Innenwinkel hervortritt), beim Weibchen gewöhnlich ockergelb, manchmal gelbgrau oder auch rotockerig. Die Zeichnung besteht aus 2 nach hinten gebogenen dunklen Bindenstreifen auf den Vorderflügeln. Das Männchen ist wesentlich kleiner als das Weibchen. Spannweite 20—25 mm.

Die Raupe (Abb. 376) ist gelblichgrün mit drei Reihen weißlicher und gelber glänzender Knopfwärzchen auf dem Rücken, dessen Seiten kantig vorstehend und rot und gelb punktiert sind. Stigmen schwarz, weißlich gesäumt. Kopf klein, braun. Länge 15—18 mm.

Als Flugzeit des über ganz Europa verbreiteten und in unseren Eichen- und Buchenwaldungen durchaus nicht seltenen Falters gibt Ratzeburg (F. II. 237) Mai bis Juni, Spuler Mai bis Juli an. Die Raupen fressen im

September/Oktober an den Blättern verschiedener Laubbäume, vor allem von Buche und Eiche, sodann auch an Weißdorn, Schwarzdorn, Kastanie, Nußbaum u. a. Der Fraß erinnert nach Krauße (1915) etwas an den der Nonne (Abb. 379). Die erwachsenen Raupen fallen im Herbst zu Boden, spinnen an der Erde zwischen abgefallenen Blättern einen harten, braunen, tönnchenartigen Kokon, in dem sie überwintern und im nächsten Frühjahr sich verpuppen.

Über ein stärkeres Auftreten der Schildmotte (im Verein mit dem folgenden Asselspinner) wird in der Literatur nur einmal berichtet, und zwar von Krauße[1]) (s. auch unten bei der folgenden Art).



Abb. 378. A *Cochlidion limacodes* Hfn., rechts ♀, links ♂ (1½×); B *Heterogenea asella* Schiff. 2×.

Feinde und Parasiten sind nur wenige bekannt. Als Parasit zog Ratzeburg eine sehr interessante Schlupfwespe: *Sphinetus serotinus* Grav. (Ichn. II. 1848 und III. 1852). Krauße fand im Blut der Raupen die Sporen eines Pilzes.

Heterogenea asella Schiff.

Asselspinner.

Falter (Abb. 378 B): Wesentlich kleiner als die vorige Art. Auch hier ist das Männchen dunkler gefärbt und kleiner als das Weibchen. Das Männchen kann sehr dunkel sein bis rotschwarz, das Weibchen rotbraun, manchmal ockergelb. Spannweite 15—17 mm.

Die Raupe ist zuerst wie die der vorigen Art mit ausgestülpten Dornen versehen. Erwachsen ist sie grünlich oder gelblich mit heller Rückenlinie und einem breiten, sehr wechselnden, olivgrün, bräunlich oder rot gefärbten Streifen über den Rücken.

---

[1]) Krauße, A., 1915, Die Limacodiden und ihr Fraß bei Eberswalde. — Arch. f. Naturgeschichte. 81. Jahrg. Abt. A. Heft 8.

Der Asselspinner ist über ganz Europa (bis Korea) verbreitet. Der Falter findet sich im Juni und Juli, vornehmlich in Buchenwäldern. Die Raupe zieht nach Krauße allerdings die Hainbuche vor, sie kommt außerdem noch an Eiche, Pappel, Ahorn und Hasel vor.

Krauße fand einmal (im Jahre 1915) die Raupe zusammen mit der der vorigen Art im Herbst (September/Oktober) bei Eberswalde in großer Anzahl: „Besonders ins Auge fiel der Fraß an *Carpinus betulus* L., doch wurde auch *Fagus silvatica* L. und Eiche befressen. Zuerst tauchte die Raupe der kleinen Art, *Heterogena asella* Schiff., auf, erst etwas später die der größeren Art, *Cochlidion limacodes* Hfn. Die größere Art war anfangs weniger häufig als die kleinere. Letztere verschwand schon anfangs Oktober, die größere war dann Mitte Oktober in Mengen vorhanden. Auf allen Wegen bei Eberswalde fand ich zertretene Raupen. Bei Sommerfeld, Eberswalde und Spechtshausen waren fast alle Hainbuchen befressen. Erfreulicherweise hatte dieser ausgedehnte Spätfraß keine große praktische Bedeutung" (Krauße, l. c.). Es handelt sich also jedenfalls um „unmerklich schädliche Forstinsekten"[1]).



Abb. 379. Fraß von *Cochlidion limacodes* Hfn. Nach Krauße.

Familie: Zygaenidae (Anthroceridae).

Widderchen.

Die Zygaeniden wurden früher ganz allgemein zu den Großschmetterlingen gestellt und auch heute noch haben sie bei manchen Autoren ihren Platz dort beibehalten. Die Dornenbewaffnung der Bauchfüße (Klammerfüße) spricht denn auch dafür. Doch zeigt das Flügelgeäder so primitive Merkmale, daß die Einreihung der Zygaeniden bei den „Kleinschmetterlingen" wohl gerechtfertigt ist.

Es sind im allgemeinen plumpe Tiere mit allmählich keulig verdickten oder mit gefiederten (♂) bzw. gesägten (♀) Fühlern und meist gut entwickelter Rollzunge. Das Flügelgeäder im Vorderflügel und Hinterflügel be-

---

[1]) In den Tropen sind die Cochlidiiden durch den Raupenfraß oft recht schädlich, fast mehr aber noch ihrer Brennhaare wegen gefürchtet. In der indischen Region kommen viele Arten oft in großer Menge auf Tee, Kakao, Kaffee usw. vor. Sie schaden nicht nur durch ihren Fraß an den Blättern, der nicht selten bis zum Kahlfraß führen kann, sondern fast noch mehr dadurch, daß sie zur Verpuppung in die Erde gehen und diese dabei dermaßen mit ihren Brennhaaren spicken, daß die barfüßigen Kulis nicht in den Pflanzungen arbeiten können (Reh).



Abb. 380. *Zygaena (Anthrocera) filipendulae* L. auf Distelköpfen. (Aus Brehms Tierleben. Bd. II.)

sitzt eine kräftige Analis, der *m*-Stamm deutlich erhalten. — Die Raupen sind dick, auf dem Rücken gewölbt, meist lichtgelb, reihenweise schwarz gefleckt, fein behaart, mit kleinem, rundem, stark einziehbarem Kopf. Die Bauchfüße sind Klammerfüße, d. h. sie tragen einen inneren Halbkreis von Haken. Die Verpuppung findet in einem seidenglänzenden, festen, weißen oder gelben Gespinst statt. Die Puppen, deren Hinterleibssegmente 3—6 beim ♀ und 3—7 beim ♂ (wohl auch das 1. und 2.) frei beweglich, und deren Fühler-, Bein- und Flügelscheiden nur lose miteinander verklebt sind, arbeiten sich vor dem Ausschlüpfen weit aus dem Gespinst heraus.

Die meist buntgefärbten Tiere (Vorderflügel oft bläulich, grünlich mit dunkelroten Flecken oder einfarbig grün) sind eifrige Blütenbesucher, die häufig im Sonnenschein zu mehreren auf einem Blütenkopf saugen und ziemlich schwerfällig schwirrend davonfliegen, wenn sie nichts mehr finden. Sie sitzen auf den Blüten so harmlos, oft in Kopula, daß sie sich immer ohne Mühe erhaschen lassen. Die Raupen, die auf allen möglichen Blütenpflanzen leben, überwintern in ziemlich erwachsenem Zustand, um im Frühjahr ihren Fraß noch einige Wochen fortzusetzen und dann endlich zur Verpuppung an einem Stengel in die Höhe zu kriechen (Heymons).

Man findet die Zygaenen in den Sommermonaten auf Wiesen, in lichten Waldungen, besonders auf den Kalkbergen oft in großer Anzahl, so daß der Forstmann ihnen oft begegnet.

Als die häufigsten Arten seien genannt: *Zygaena filipendulae* L., *scabiosae* Schew., *trifolii* Esp.

Familie: Pyralidae.

Zünsler.

Die Zünsler sind im allgemeinen größer als die Tortriciden und durch die schmal dreieckigen Vorderflügel und die breit dreieckigen, faltbaren Hinterflügel habituell gut gekennzeichnet. Im Vorderflügel fehlt die Analis stets, m_2 entspringt nahe dem Zellenwinkel, in der Regel stark an m_3 genähert. Ader r_4 und r_3 fast immer gestielt. Hinterflügel mit 3 Hinterrands-

adern (*an*, ax_1 und ax_2), m_2 entspringt in der Regel aus dem unteren Winkel der Mittelzelle, m_1 weit getrennt von m_2, nahe bei *rr* (Abb. 381).

Die Fühler sind verschieden gestaltet, beim Männchen häufig stärker gewimpert, bei vielen Arten mit besonderer Auszeichnung der Basalglieder (Ausschnitte, Knoten usw.). Rüssel gut entwickelt, ebenso die Maxillarpalpen, Labialpalpen sehr verschieden geformt, in mehreren Gruppen lang, schnabelförmig, Körper in der Regel schlank, mit langen, dünnen Beinen.

Das Ei gehört der Flachform (wie das der Tortriciden) an. Die Raupen sind meist gestreckt, schwach behaart, mit 5 Paaren mit Hakenkränzen besetzten Bauchbeinen. Nach Baer (1906) besitzen die ersten Lateralwarzen des Prothorax, die vor dem Stigma liegen, nur 2 Borsten im Gegensatz zu den Tortriciden, bei denen die betreffenden Warzen 3 Borsten tragen (s. Abb. 179, S. 213). Sie leben meist in Gespinstgängen (Galerien) an sehr verschiedenen Pflanzen und Pflanzenteilen oder an toten organischen Stoffen. Manche Formen zeigen sogar eine weitgehende Anpassung an das Wasserleben.

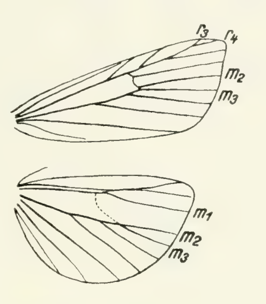


Abb. 381. Flügelgeäder einer Pyralide (*Crambus*) (Vfl stets ohne *an*, m_2 nahe dem Zellenwinkel entspringend, stark genähert an m_3, Hfl m_2 aus dem unteren Winkel der Zelle entspringend, m_1 weit getrennt von m_2). Nach Spuler.

Die zahlreichen Arten der Pyraliden (ca. 500 europäische Arten) werden von Rebel (in Spuler) hauptsächlich nach dem Flügelgeäder in 11 Unterfamilien eingeteilt: *Galleriinae*, *Crambinae*, *Anerastiinae*, *Phycitinae*, *Epipaschiinae*, *Endotrichinae*, *Pyralinae*, *Hydrocampinae*, *Scopariinae* und *Pyraustinae*.

Forstlich besitzen die Pyraliden bei weitem nicht die große Bedeutung wie die Tortriciden; für die Forstentomologie kommt überhaupt nur eine Unterfamilie in Betracht, die ***Phycitinae***, während die Vertreter der übrigen Unterfamilien forstlich ohne Interesse sind. Dagegen stellen eine ganze Reihe von ihnen landwirtschaftliche Schädlinge, teils schlimmster Natur, vor; diese gehören in der Mehrzahl den Pyraustinen an[1]), dann auch den Galleriinen (Wachsmotten).

Unterfamilie: *Phycitinae*.

Die Phycitinen gehören in die 1. Gruppe der Zünsler, bei denen die Ader *cu* auf der Oberseite der Hinterflügel mit einem Haarkamm besetzt und bei denen auf den schmalen und langgestreckten Vorderflügeln die Ader r_5 stets fehlt (Abb. 382).

Die männlichen Fühler sehr verschieden gestaltet, häufig mit knotiger, ausgehöhlter und einseitig beschuppter Verdickung im Basalteil, zuweilen auch mit starker Ausrandung daselbst, meist kurz bewimpert. Palpen verschieden gestaltet.

---

[1]) Unter ihnen macht in der letzten Zeit vor allem *Pyrausta nubilalis* Hb. (European corn-borer) von sich reden, der vor etwa 16 Jahren in Nordamerika eingeschleppt wurde und durch seine Vermehrung dem dortigen Maisbau schwerste Schäden zufügt, ja, den Maisbau in manchen Gegenden geradezu in Frage stellt.

Die Raupen sind in der Regel gestreckt, schwach behaart mit einem deutlichen Augenfleck am Metathorax. Sie leben meist in schlauchartigen Gängen, zum Teil auch im Innern ihrer Nährpflanzen.

Von den 50 europäischen Gattungen der Phycitinen sind hier 6 zu berücksichtigen, und auch unter diesen kommt nur wenigen eine größere wirtschaftliche Bedeutung zu, wie vor allem der Gattung *Dioryctria* Zll.

Übersicht über die hier genannten Phycitinen in systematischer Reihenfolge.

Ephestia elutella Hb.
Plodia interpunctella Hb.
Hyphantidium terebrellum Zinck.
— *conicolellum* Comst.
Dioryctria splendidella H. S.
— *abietella* Schiff.
— *schützeella* Fuchs.
— *mendacella* Stgr.
— *pineae* Stgr.
Acrobasis tumidana Schiff.
— *zelleri* Rag.
— *consociella* Hb.
Myelois ceratoniae Zll.

Übersicht der hier genannten Zünsler nach ihrem biologisch-forstlichen Verhalten.

In Samen.

Raupe lebt in Kiefernsamen (außer in getrockneten Früchten, Kräutern usw.) . . . . *Ephestia elutella* Hb. (S. 429)

Raupe lebt in Samen von *Robinia, Castanea vesca* usw. *Myelois ceratoniae* Zll. (S. 452)

In Zapfen.

Raupe lebt in den Zapfen von Fichte, Tanne, Kiefer oder Lärche *Hyphantidium terebrellum* Zinck. und *conicolellum* Comst. (S. 432), *Dioryctria abietella* Schiff. (S. 440), *mendacella* Stgr. (S. 449), *pineae* Stgr. (S. 450)

An Kiefer.

Raupe lebt in verpilzten und verharzten Stellen der Stämme und Zweige der verschiedenen Kiefernarten, bes. Weimutskiefer, starke Harzflüsse erzeugend, die durch Vermischung des Harzes mit den Nage- und Kotkrümeln ein mörtelähnliches Aussehen bekommen . . . . *Dioryctria splendidella* H. S. (S. 434)

Raupe lebt ähnlich wie die vorige an verharzten Stamm- oder Zweigstellen der Kiefer, besonders Weimutskiefer, jedoch selbst keine Harzflüsse erzeugend, sondern nur durch den Austritt des braunen Kotes bemerkbar . *Dioryctria abietella* Schiff. (S. 440)

Raupe lebt an durch Agaricus befallenen jungen Kiefern (hier dicht über dem Erdboden, mehr an dem Wurzelhals) *Dioryctria splendidella* H. S. (S. 434)

Raupe lebt in den Harzrändern von Schälwunden *Dioryctria splendidella* H. S. (S. 434)

Raupe lebt in den durch *Evetria resinella* L. verursachten Anschwellungen am Grunde der Harzgallen . . . . . . *Dioryctria abietella* Schiff. (S. 440)

Raupe lebt in den Wipfeltrieben, die jüngsten verholzten Triebe aushöhlend . . . . *Dioryctria abietella* Schiff. (S. 440)

An Fichte.

Raupe lebt an den Schälwunden (Sommerschälung des Rotwildes) in den verharzenden Wundrändern . . *Dioryctria splendidella* H. S. (S. 434)

Raupe lebt an den Wipfeltrieben der Fichte, diese meist zum Absterben bringend . . . . *Dioryctria abietella* Schiff. (S. 440)

Raupe lebt zwischen den Nadeln der Fichte, die sie mit wenigen Fäden zusammenspinnt . . . . *Dioryctria schützeella Fuchs*. (S. 448)

Raupe lebt in Chermes-Gallen . . . . . . *Dioryctria abietella* Schiff. (S. 440)

An Tanne und Lärche.

Raupe lebt an den Wipfeltrieben . . . . *Dioryctria abietella* Schiff. (S. 442)

An Eichen.

Raupe lebt an Eichen, wo sie ein größeres Blattnest herstellt und die Blätter skelettiert . . . . *Acrobasis zelleri* Rag. (S. 451)

Außerdem an Eiche noch die Raupen von *Acrobasis consociella* Hb. (S. 451) und *tumidana* Schiff. (S. 451)

Gattung Ephestia Gn.

Flügelgeäder (Abb. 382) reduziert. Auf dem Vorderflügel fehlen die Adern m_2 und r_3, auf dem Hinterflügel sind Ader cu_1 und m_3 oft gestielt, m_2 fehlt, rr anastomisiert mit sc nach der Mitte. Das Gesicht ist glatt, Palpen aufgebogen mit aufgerichtetem Endglied, Nebenpalpen deutlich.

Die Raupen sind wachsartig, mit feinen dunklen Punktwarzen. Die Verpuppung erfolgt meist in einem Kokon.

Die meisten *Ephestia*-Arten sind Begleiter des menschlichen Haushaltes, ihre Raupen leben in der Regel in getrockneten Früchten; eine Art, *Eph. kuehniella* Zll. (die Mehlmotte), ist ein schlimmer Mühlenschädling, der durch Verspinnen des Mehls zu großen Klumpen schwere Betriebsstörungen verursacht[1]).

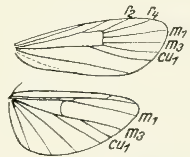


Abb. 382. Flügelgeäder von *Ephestia elutella* Hb. (Vfl. r_3 u. m_2 fehlen, Hfl m_3 u. cu_1 gestielt, m_2 fehlt). Nach Spuler.

Forstlich kommt nur eine Art in Betracht, nämlich

Ephestia elutella Hb.

Taf. V, Fig. 11.

Kiefernsamenzünsler, Dörrobstschabe, Heu- oder Kakaomotte.

Ratzeburg: *Tinea hageniella* Rtzb. (Kiefernsamenmotte). — Altum: *Ephestia elutella* Hb. — Nitsche: *Phycis (Ephestia) elutella* Hb. — Nüßlin-Rhumbler: *Phycis (Ephestia) elutella* Hb.

Ratzeburg beschrieb diese Art in seiner Waldverderbnis (II. 419) als *Tinea hageniella*. Es fiel ihm zwar die Ähnlichkeit mit *Ephestia elutella* Hb. auf, doch schien ihm weder die Zeichnung (nach der Beschreibung), noch auch die Lebensweise („Raupe in trockenem Obst" usw.) die Identifizierung zu rechtfertigen. Die Unterschiede aber, die Ratzeburg bezüglich

1) Die Bekämpfung dieses Schädlings geschieht am wirkungsvollsten durch Blausäuredurchgasung (nach dem Zyklonverfahren) der befallenen Mühlen.

der Flügelzeichnung angibt, sind unwesentlich, und bezüglich der Lebensweise hat sich *elutella* Hb. als ungemein polyphag erwiesen (darauf deuten schon die verschiedenen deutschen Namen des Tieres hin).

Falter: Vorderflügel bräunlich aschgrau, am Innenrand rötlichgrau, gewöhnlich mit dunkler Schrägbinde nach 1/2, zwei verloschenen Doppelpunkten am Querast und feiner dunkel gesäumter hinterer Querlinie, nicht selten ist diese Zeichnung mehr oder weniger undeutlich. Hinterflügel staubgrau oder weißlichgrau, Fransen etwas heller mit dunkler Saumlinie. Spannweite ca. 15 mm.

Raupe verschieden gefärbt, weißlich bis bräunlich, Kopf hellbraun, Nackenschild dunkelbraun, in der Mitte durch einen Strich geteilt; mit gelbbraunen, je ein Borstenhaar tragenden Wärzchen und dunkler Afterklappe. Länge 11 mm.

Eier oval, plattgedrückt.

Die Verbreitung von *elutella* ist eine sehr große; sie erstreckt sich nicht nur über ganz Europa von den südlichsten Teilen bis nach Skandinavien, sondern auch über außereuropäische Länder, wie ganz Nordamerika und auch viele tropische Länder. Bei der leichten Verschleppbarkeit des Tieres mit Warentransporten ist diese weite Verbreitung leicht erklärlich.



Abb. 383. *Ephestia elutella* Hb. (Kiefernsamenzünsler). 1 1/2 ×.

Die Raupe lebt von Vegetabilien aller Art. Zacher (1927) führt als Nahrung an: Heu, getrocknete Kräuter und Früchte, Graupen, Getreide, Keks, altes Brot, ferner Reis, Rhabarberwurzeln, Sesamkuchen, Kokospreßkuchen, Zitronenschalen und Rohkakao. Andere Autoren nennen außerdem noch als gelegentliche Nahrung trockene Insekten.

Das Vorkommen in Kiefernsamen wurde zuerst von Ratzeburg mitgeteilt und später noch mehrfach beobachtet[1]).

Die Ratzeburgsche Mitteilung bezieht sich auf einen Bericht und verschiedene Sendungen des damaligen Oberförsters Greulich zu Taberbrück (Reg.-Bez. Königsberg). „Die Samen," schreibt Ratzeburg, „bildeten Klümpchen von ca. 15—20 Körnern, welche das darin sitzende Räupchen versponnen und mit Kotstückchen durchwebt hatte. Die Samen hatten ein Loch von 1/3 der Samengröße und waren ausgefressen. Nur wenn die Raupe gestört wurde, kroch sie hervor, war dann aber träge und schien sehr wesentlich in ihrer Lebensordnung gestört." Nach dem Bericht Greulichs trat die Erscheinung bei den aufbewahrten Samen regelmäßig alljährlich in den Monaten August und September auf. Weitere Fälle über schädliches Vorkommen der *elutella* in Samendarren teilt Altum (F. II. 173) mit; er macht dabei darauf aufmerksam, daß hauptsächlich die oberen Schichten des Samens leiden.

Die Hauptflugzeit in den Lagerräumen fällt nach Zacher (1927) in die Monate Mai bis September. Einzelne Falter sind aber in einiger-

---

1) Eine ähnliche Lebensweise führt eine andere, sehr auffällig gefärbte Pyralide, *Plodia interpunctella* Hb., die „kupferfarbige Dörrobstmade" (Vorderflügel sind zu 2/3 rotbraun-kupferfarben, während das wurzelwärts gelegene Drittel hellgrau gefärbt ist). Die Raupen (weiß, hellrosa, gelblich oder grünlich gefärbt, Kopf und Nackenschild bräunlich) fressen neben allen möglichen Vegetabilien (Gewürze verschiedener Art, getrocknete Rinden und Wurzeln, Kleesamen, Hülsenfrüchte, Eßkastanien, Erdnüsse, Mehl und Mehlwaren, Getreide) auch Piniensamen.

maßen warmen Räumen das ganze Jahr hindurch zu finden. Aus den kleinen, fast kugelrunden Eiern schlüpfen die Raupen je nach der Temperatur schneller oder langsamer, und zwar nach Zachers Beobachtungen bei $28^1/_2{}^0$ C nach drei, bei 25—27⁰ nach vier, bei $19^1/_2$—24⁰ nach sechs Tagen aus. Es ist sicher, daß die Temperatur für die Entwicklungsdauer ein maßgebender Faktor ist, jedoch wirken darauf auch Schwankungen der Feuchtigkeit und vor allen Dingen die Ernährung stark ein. Als kürzeste Entwicklungsdauer der Heumottenraupe vom Ei bis zur Verpuppung beobachtete Zacher im Sommer 1925 die Zeit von 25 Tagen; wenn angegeben wird, daß sie im Hochsommer schon nach 2—3 Wochen erwachsen sein können, so fand er dafür in seinen Versuchen keine Bestätigung. Dagegen waren andere Raupen, die im gleichen Raum, aber mit anderem Futter aufgezogen wurden, noch nicht einmal nach 194 Tagen verpuppt. Diese Unterschiede müssen in erster Linie durch die Ernährung bedingt worden sein, was Zacher durch verschiedene Versuche erhärten konnte. Die kürzeste Entwicklungsdauer mit 58 Tagen erzielte er bei Darreichung von Nougat, in Erdnüssen dauerte die Entwicklung 64 Tage, in Haselnußmasse 72, in Bitterschokolade 81, in süßen Mandeln 84 Tage, während andererseits die längste Entwicklungsdauer in einer Nougatmasse 182, in süßen Mandeln 169 Tage betrug. Wodurch die großen Schwankungen bei Tieren zu erklären sind, die unter den gleichen Bedingungen von Temperatur, Feuchtigkeit und Ernährung aufgezogen wurden, kann noch nicht erklärt werden. Weitere Untersuchungen über die Entwicklung der Heumotte werden vielleicht darüber Aufschluß geben.

Die Dauer der Puppenruhe betrug bei 30—31⁰ etwa 4, bei Zimmertemperatur 16—19 Tage, während im Winter nach Angabe von Reh die Puppe 5—6 Monate lang liegen bleiben kann. Die Latenzperiode der Raupen scheint im Winter sich noch länger ausdehnen zu können. Auf Grund dieser Beobachtungen kann man die kürzeste Entwicklungsdauer der Heumotte bei Zimmertemperatur von der Eiablage bis zum Schlüpfen des Falters auf etwa 82, die längste auf etwa 200 Tage berechnen. Das würde für den ersten Fall 4, für den zweiten dagegen nicht einmal 2 Bruten im Jahr ergeben, während van Emden auf Grund seiner Beobachtungen in Halle bei der Heumotte 1—2 Generationen im Jahr annimmt. Als höchste Zahl der von einem Weibchen abgelegten Eier stellte Zacher 137 Stück fest, während Reh nur 50—60 annimmt.

Zur Bekämpfung empfiehlt Altum, die am meisten befallenen oberen Schichten zu entfernen. Ferner wird häufiges Umstechen der Haufen störend auf die Entwicklung des Schädlings wirken und diesen allmählich verschwinden lassen.

Eine radicale Vernichtung wird sich indessen wohl nur durch Ausräucherung mit giftigen Gasen (Blausäure, Areginal u. dgl.) erreichen lassen.

Gattung Hyphantidium.

Auf den Vorderflügeln m_2 vorhanden, r_4 und r_3 gestielt, auf den Hinterflügeln m_3 und cu_1 kurz gestielt, m_2 fehlend, rr stark an sc genähert.

Die Gattung enthält zwei europäische Arten, die in den Zapfen von Nadelhölzern leben.

Hyphantidium terebrellum Zinck.

Taf. V, Fig. 12.

Falter: Vorderflügel schwarzbraun mit 2 weißen Querstreifen und 2 schwarzen Mittelpunkten innerhalb eines großen weißen Vorderrandfleckes. Hinterflügel dunkelgrau. Spannweite 20 mm.

Raupe weißlich oder gelblich weiß mit dunklen haartragenden Punktwarzen: Kopf, Nacken- und Afterschild braun.

Der über ganz Mitteleuropa bis Rußland und Mittelitalien verbreitete Falter fliegt bei uns in den Monaten Juni und Juli. Die Raupe findet man im September/Oktober in am Boden liegenden verkümmerten Fichten- und Tannenzapfen (und auch in Kiefernzapfen, nach Disqué), die gewöhnlich noch grün und durch den daran haftenden Kot kenntlich sind. — Die Verpuppung erfolgt im Zapfen oder in der Erde.

Holste (1922) zog die Art „aus alten, schon lange im Boden liegenden, zum Teil kümmerlichen und halbwüchsigen Zapfen", die er am 22. Februar bei München sammelte. Am 12. April fand er noch 3 große und 2 kleine Raupen. Eine von diesen lebte noch am 26. Mai als Raupe und war erst am 24. Juni verpuppt. Von den Faltern schlüpfte 1 Exemplar bereits am 19. Mai, die übrigen 14 Exemplare vom 19. Juni bis 16. Juli.

Außerdem sei noch erwähnt:

Hyphantidium conicolellum Const.

Falter mit einfarbig schwärzlichbraunen, glanzlosen Vorderflügeln und weißlichgrauen Hinterflügeln. Die fast pigmentlose Raupe lebt in den Zapfen von *Pinus halepensis* Mill. (Südfrankreich).

Gattung Dioryctria Zll.

Flügelgeäder (Abb. 384) vollständig, auf den Vorderflügeln sind Ader r_3 und r_4 sowie m_2 und m_3 gestielt, auf den Hinterflügeln sitzen m_2, m_3 und cu_1 auf gemeinschaftlichem Stiel. In der Vorderflügelzeichnung ist charakteristisch, daß sich ein mehr oder weniger heller, meist weißlicher Mittelfleck an der Querader befindet, von dem aus ein schwärzlicher Schatten zum Innenrand geht.

Die Fühler beim Männchen über dem Wurzelglied gebogen mit einem Schuppenwulst in der Biegung, die Geißel gesägt und gewimpert oder einseitig kammzähnig. Labialpalpen mäßig lang, aufgebogen, mit kurzem, spitzem Endglied.

Die Dioryctrien gehören zu den größten Zünslern. Es gibt ein halbes Dutzend europäischer Arten, deren Raupen sämtlich an Nadelholz leben und zum Teil forstlich recht schädlich werden können.

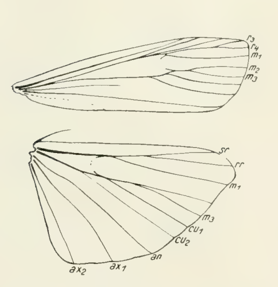


Abb. 384. Flügelgeäder einer *Dioryctria*-Art. (Vfl r_3 u. r_4, ferner m_2 u. m_3 gestielt, Hfl m_2, m_3 u. cu_1 auf gemeinschaftlichem Stiel.)

Übersicht über die europäischen Dioryctria-Arten.

I. Die Querstreifen und der Mittelfleck auf den Vorderflügeln weiß und daher sich deutlich vom Grund abhebend.

A. Falter groß, Spannweite 31—34 mm. Ein fahlroter Innenrandfleck wurzelwärts von der vorderen Querbinde. — Raupe mehr oder weniger einfarbig, mit sehr großen, dunklen, haartragenden Warzen (Abb. 385 A u. B), Stigma 1 und 9 von den übrigen Stigmen in der Größe nicht auffallend verschieden. Die beiden Borsten auf dem Chitinschild vor dem 1. Stigma mehr in der Mitte

stehend (Abb. 387 A). — Puppe: Hakenborsten des letzten Segmentes auf einem deutlichen Kamm inseriert. Endsegment auf der Dorsalseite sehr grob gefurcht (Abb. 388 A). Verpuppung an der Fraßstelle. — Raupe lebt in verharzten Stellen der Kiefer (und auch der Fichte)

splendidella H. S. (*sylvestrella* Rtzb.)

B. Falter kleiner, Spannweite 25—28 mm. Der rote Innenrandfleck fehlt ganz oder ist nur angedeutet. — Raupe mehr oder weniger deutlich längsgestreift,

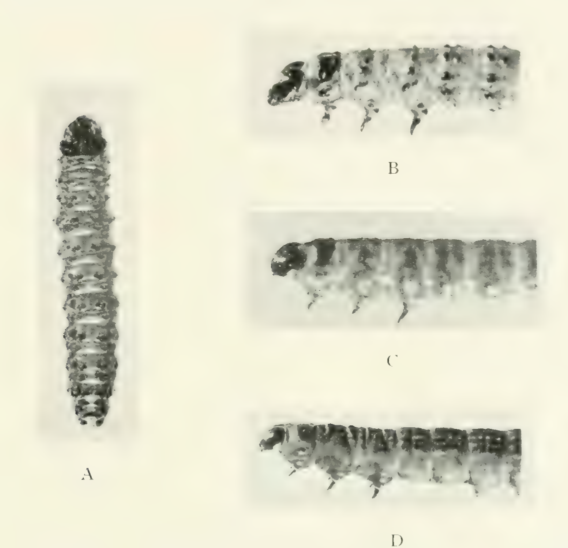


Abb. 385. Raupen von: A *Dioryctria splendidella* H. S., B dieselbe (stärker vergrößert), Vorderteil von Seite (Warzen sehr groß), C *Dioryctria abietella* Schiff. (Warzen wenig sichtbar), D *Dioryctria schützeella* Fuchs (Warzen wenig sichtbar, deutliche Streifenzeichnung).

die haartragenden Warzen klein und nur undeutlich sichtbar (Abb. 385 C u. D). Stigma 1 und 9 um vieles größer als die übrigen Stigmen.

a) Querstreifen auf den Vorderflügeln, vor allem die hinteren stark gezackt und scharf liniert. Raupe lebt in Zapfen und Wipfeltrieben von Fichte, Tanne, Kiefer und Lärche, ferner in verharzten Stellen an Kiefernstämmen und Ästen . . . . *abietella* Schiff.

b) Querstreifen auf den Vorderflügeln weniger stark gezackt und breiter, weniger scharf liniert. Raupe deutlich längsgestreift, lebt an Fichte zwischen den jungen Nadeln . . . . *schützeella* Fuchs.

II. Die lichten Querstreifen und der Mittelfleck auf den Vorderflügeln kaum heller als der Grund und daher sich kaum von diesem abhebend. Südliche Arten.

A. Falter sehr groß, Spannweite bis 38 mm. Raupe in den Zapfen von *Pinus halepensis* . . . . *pineae* Stgr.

B. Falter klein, Spannweite ca. 24—28 mm. Raupe wie bei der vorigen Art.

mendacella Stgr.

Unter den zahlreichen Autoren, die sich mit der Erforschung der *Dioryctria*-Arten beschäftigen, seien genannt: Ratzeburg, Altum, Ragonot, Schütze, Borries, und vor allem W. Baer, dem wir die eingehendsten Untersuchungen über die beiden wichtigsten Arten *(splendidella* und *abietella)* verdanken und der uns diese präzis zu unterscheiden lehrte.

Dioryctria splendidella H. S.

Taf. V, Fig. 13.

Harz-Zünsler.

Ratzeburg: *T. (Phycis) sylvestrella* Rtzb.[1]) (Kiefernmotte). — Altum: *Phycis sylvestrella* Rtzb. (Harzbeulenzünsler). — Nitsche: *Phycis (Dioryctria) abietella* Zck. *(partim)*. — Nüßlin-Rhumbler: *Phycis (Dioryctria) splendidella* H. S. — Wolff-Krauße: *Dioryctria splendidella* H. S.

„Seit länger als einem Dezennium hat mich Ratzeburgs *Tinea sylvestrella* wie ein unfaßbares Schemen geneckt," damit beginnt 1894 Altum einen seiner Aufsätze über *Dioryctria splendidella,* die unter Ratzeburgs *sylvestrella* zu verstehen ist (Baer, 1906). Und lange noch mußten die Forstentomologen ähnliches empfinden, bis W. Baer durch seine eingehenden Studien Klarheit über dieses Tier gebracht hat. Zwar wurde schon 1893 Ragonot in seiner „Monographie des Phycitinae et des Galleriinae" (in Romanoffs Mém. sur les Lepidoptères) die Unterschiede der beiden Arten

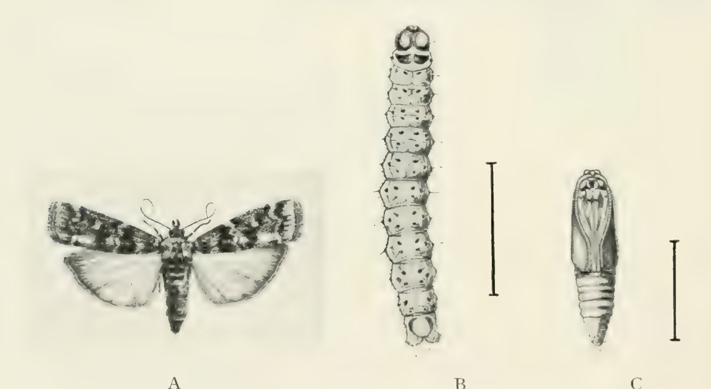


Abb. 386. *Dioryctria splendidella* H. S. (Harz-Zünsler); A Falter, B Raupe, C Puppe. A Original, B und C nach Eidmann.

(splendidella und *abietella)* eingehend behandelt, doch blieb diese Literatur den deutschen Forstentomologen so gut wie unbekannt. Außerdem ist es Baer gelungen, das Artrecht der *splendidella* noch über Ragonot hinaus

[1]) Disqué (1908) führt *sylvestrella* Rtzb. als besondere Art auf, doch zweifellos zu Unrecht. Der einzige als *sylvestrella* Rtzb. bezeichnete Falter in der Disquéschen Sammlung läßt sich nicht von *splendidella* H. S. unterscheiden. Dasselbe gilt von der dort enthaltenen Raupe; diese zeigt die großen schwarzen Warzen, wie sie für die *splendidella*-Raupen charakteristisch sind.

sehr wesentlich zu erhärten und auch biologisch zu begründen, so daß die Möglichkeit der sicheren Unterscheidung von *splendidella* und *abietella* erst durch Baers Arbeiten der deutschen Forstentomologie gegeben wurde.

Falter (Abb. 386 A) groß, Spannweite 31—34 mm. Vorderflügel aschgrau, mit 2 weißlichen, schwarz eingefaßten, zackigen Querbinden und weißlichem Mittelfleck, der saumwärts schwarz beschattet ist. Am Innenrand vor (wurzelwärts) der vorderen Querbinde ein rotbrauner breiter Fleck. Schuppen, die den Kamm auf dem Hinterrand des Scheitels bilden, bei den Männchen sehr lang und dünn, bei den Weibchen zwar weniger dünn, aber immerhin nicht so kurz und breit wie bei *abietella*. Die haarförmigen Duftschuppen der Männchen, die in der Spalte zwischen dem Meso- und Metathorax beiderseits zu einem Bündel vereinigt liegen, nach der Spitze zu kaum merklich verdickt (im Gegensatz zu *abietella* siehe unten)[1]).

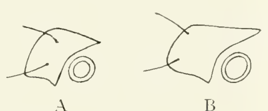


Abb. 387. Erstes Stigma mit dem davor gelegenen Hornschild. A von *Dior. splendidella* H. S. (die Borsten stehen etwa in der Mitte des Schildes); B von *Dior. abietella* Schiff. (die Borsten stehen nahe dem Vorderrand des Schildes). Nach Baer.

Raupe meist farblos, höchstens zart grünlichgrau oder rosafarbig, „wie glasiert aussehend", meist ohne jegliche Längsstreifung. Höchstens treten kurz vor der Häutung, zu welchem Zeitpunkt die Raupe gewöhnlich dunkler, schmutzig graugrün erscheint, zuweilen Spuren einer Längsstreifung auf. Die haartragenden Warzen sehr groß, stark chitinisiert und schwarzbraun, so daß sie wie zahlreiche schwarze Punkte auf dem hellen Körper erscheinen. Stigma 1 und 9 (letztes am 11. Körperring) in der Größe nicht auffallend verschieden von den übrigen Stigmen. Die beiden Borsten auf dem Chitinschild vor dem 1. Stigma stehen etwa in der Mitte (Abb. 387 A).

Puppe (Abb. 386 C) hellbraun; Endsegment beiderseits nur schwach gewölbt, auf der Ventralseite runzlig gefurcht, dorsal sehr grob gerunzelt (Abb. 388 A). Die 6 Hakenborsten auf einem, den Endsegmenten aufgesetzten deutlichen Kamm stehend (Abb. 388 A). Länge 15—17 mm (*abietella* nur 9—11 mm!).

Der über Europa verbreitete Zünsler kommt hauptsächlich auf der Kiefer vor, und zwar ist er auf den verschiedensten Arten gefunden worden, vor allem auf der Weimutskiefer und der gemeinen Kiefer, dann auf der Seekiefer (*P. pinaster* Sol.) und der Tränenkiefer (*P. excelsa* Wall.). Geeignetenfalls mag er überhaupt wohl an jeder Kieferart auftreten (Baer). In zweiter Linie kommt er auch auf Fichte vor.

Die Bionomie ist vor allem durch Baer klargestellt worden, dessen Beobachtungen durch Eidmann ergänzt wurden.

Die Generation dürfte in Mitteldeutschland im großen und ganzen eine einjährige sein: Falterflug Ende Juli bis anfangs August, Raupe überwintert erwachsen in der Puppenwiege und verpuppt sich im nächsten Frühjahr, ohne noch einmal gefressen zu haben.

Die Entwicklung läuft in diesem Fall nach folgender Bioformel ab:

$$\frac{78 - 8,6}{6 + 7}$$

[1]) Außerdem sind die lateral-dorsal gelegenen „Klappen" des männlichen Genitalapparates anders geformt als bei *abietella*, wie die von Baer (1907, Fig. 3) gegebene Abbildung deutlich zeigt.

Doch scheint sich in klimatisch günstigen Jahren noch eine 2. Generation einschieben zu können. Die Nachkommen dieser 2. Generation würden dann im nächsten Frühjahr nach der Überwinterung nochmals fressen. In diesem Falle kann man unter Umständen zu allen Jahreszeiten Raupen des verschiedensten Alters finden, was B a e r auch tatsächlich beobachtet hat. In südlichen Ländern, wo der Falter (nach R a g o n o t) bereits in der ersten Julihälfte gefangen wird, wird wohl eine doppelte Generation die Regel sein.

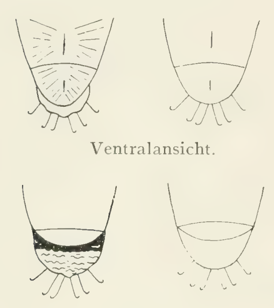




Abb. 388. Die zwei letzten Abdominalsegmente der Puppe: A von *Dior. splendidella* H. S., B von *Dior. abietella* Schiff. Nach B a e r.

Die Raupe lebt vornehmlich in v e r h a r z t e n S t e l l e n a m S t a m m o d e r a n d e n Z w e i g e n in erster Linie an Kiefer, besonders Weimutskiefer. Bei letzterer ist es meist der Rindenblasenrost *(Peridermium strobi)*, der den Boden für den Befall vorbereitet. Letzterer stellt sich hier fast stets in der Nähe bzw. unmittelbar unter den Astquirlen ein.

„Das augenfälligste Merkmal des Befalls sind die starken Harzflüsse. Wo sie, wie gewöhnlich, senkrecht am Stamm herablaufen, bilden sie bald einzelne kleinere, bald zusammenfließend größere Krusten oder Decken (Abb. 389) und seltener auch, wo sie von geneigten Ästen abtropfen können, stalaktitenartige Formen (Abb. 390). Infolge der Vermischung des Harzes mit Nage- und Kotkrümeln haben sie ein mörtelartiges, dabei oft schön bunt, besonders rötlich gefärbtes Aussehen und ähneln dadurch manchen Harztrichtern von *Dendroctonus micans* Kug. (siehe Bd. II, S. 560) zuweilen so sehr, daß man beide, namentlich wenn alt und verwittert, nicht ohne weiteres unterscheiden kann. Besonders nach dem Ausflug des Falters zeigen sie ein deutliches, im Durchmesser 3—4 mm großes Flugloch, das übrigens schon die erwachsene Raupe angefertigt, nur mit einem leichten Gewebe wieder versponnen hat.“

Das Flugloch befindet sich meist auf dem Gipfel des Harztrichters, was biologisch insofern von Vorteil ist, als das frische und vielfach noch klebrige Harz zweifellos ein unüberwindbares Hindernis gegen das Eindringen von Raubinsekten usw. bildet.

„Öffnet man eine der Harzkrusten, so findet man darin einen Gang oder eine Höhle, die meist bis in den Splint des Baumes hineingreift und mit einem weißen, seidenpapierartigen Gespinstrohr ausgekleidet ist, das je nachdem die verlassene Puppenhülse, die Puppe oder die erwachsene Raupe enthält. Ist die Raupe jünger, so muß man oft noch weiter zu ihr vordringen; sie befindet sich dann im Bast in einem zu dem Harzausfluß hinführenden, mit harzigen Kotkrümeln erfüllten (nach E i d m a n n bleibt fast stets ein größerer oder kleinerer Hohlraum frei von Kot, s. Abb. 391 h) längeren Gang, der dem Lotgang des großen Waldgärtners gleichen kann, oder

in einem mehr unregelmäßig ausgenagten Platz von etwa 4—5 cm Länge und 2 cm Breite. Räupchen des allerjüngsten Alters findet man einfach unter der Rinde eingebohrt, sie verraten sich nur durch einige dunkelbraune Kotkrümel (im Gegensatz zu den hellbraunroten von *D. abietella)*, ohne bereits einen nennenswerten Harzausfluß erzeugt zu haben. Später zeigen sich über der Fraßstelle korallenähnliche Harzgebilde, aber schon ehe die Raupe halbwüchsig ist, die eigentlichen Harzkrusten."

Die Puppenwiege, die mit einem dünnen, seidenpapierartigen Gespinst ausgekleidet ist, liegt oberhalb des Flugloches und in der Regel parallel zur Längsachse des Stammes (Abb. 391), die Puppe ist mit dem Kopfende nach unten gerichtet.

„Als die eigentliche Heimstätte des Harzzünslers gelten in Deutschland zweifellos mit Recht die sog. Kienzöpfe, d. h. jene verkienenden Wipfelpartien der Waldkiefer, die von dem Rindenblasenrost, *Peridermium pini*, befallen sind. Hier fressen oft 6 Raupen und wohl auch noch mehr dicht beieinander, so daß ihre Harzbehausungen oft zu großen Decken zusammenfließen. Gefunden wird freilich hier aus naheliegenden Gründen von dem sammelnden Entomologen der Fraß verhältnismäßig am seltensten und wird auch wohl sonst wenig beachtet, da er bei der Fällung der Kiefern oft schon alt und wenig mehr auffällig ist. Eher noch begegnet der Interessierte dem Fraße, wenn auch einem viel spärlicheren, in erreichbarer Höhe an jüngeren peridermiumkranken Kiefernstämmchen, sowie sonstigen terpentinausscheidenden Stammteilen, z. B. den Wundrändern von mechanischen Verletzungen, wie Altum dies an solchen beobachtete, die von Wagenrädern herrührten."

Gegenwärtig tritt *splendidella* am auffälligsten an der Weimutskiefer auf. Einmal lenkt letztere wohl „als Zierbaum und als seltene Erscheinung im forstlichen Großbetrieb die Aufmerksamkeit im besonderen Maße auf sich" und sodann aber „wird sie verhältnismäßig viel mehr als die gemeine Kiefer vom Rindenblasenrost *(Peridermium strobi)* und auch *Agaricus*



Abb. 389. Befall von *Dior. splendidella* H. S. an einem Astquirl einer 50 jährigen Weimutskiefer. Harztrichter und starker Harzfluß Nach Eidmann.

melleus angegriffen, und zwar von ersterem vorzugsweise in noch jugendlichem Alter und daher auch in erreichbarer Höhe" (Baer).

In den von *Agaricus* befallenen Stämmen fand Baer *splendidella* dicht über dem Erdboden nahe dem verharzenden Wurzelhalse. Auch in den Harzrändern der vom Rotwild geschälten Stellen konnte er *splendidella*-Raupen feststellen, und zwar sowohl an Kiefer als auch an Fichte.

Wenn auch das Vorkommen an Fichte im Verhältnis zu den zahllosen Schälwunden nicht häufig ist, so stellt es doch nicht etwa Ausnahmeerscheinungen dar. Baer beobachtete den Fraß an Fichte ausschließlich in den verharzenden Wundrändern der Sommerschälungen. Infolge des vertikalen Verlaufes dieser bilden die Harzflüsse hier meist lange, schmale Krusten, unterscheiden sich sonst nicht irgendwie wesentlich von den an den verschiedenen Kiefernarten auftretenden[1]).

Wie zahlreich der Harzzünsler auftreten kann, zeigt ein an Baer eingesandter Astzwiesel einer Weimutskiefer von 30 cm Länge und 12 cm Durchmesser, der außer einigen Raupen 37 Puppenhülsen enthielt.

Bei der Beurteilung der forstlichen Bedeutung des Harzzünslers ist zunächst zu berücksichtigen, daß sich die Raupen an Kiefer wie an Fichte nur an verharzenden Stellen einfinden, gleichviel, ob Pilzmycel oder Verwundungen dabei im Spiel sind.

Wo es sich um Verpilzungen handelt, ist der *splendidella*-Fraß ohne Bedeutung. Es wird durch ihn höchstens das Zerstörungswerk des Pilzes und verschiedener anderer sekundärer Schädlinge, die durch den Krankheits-

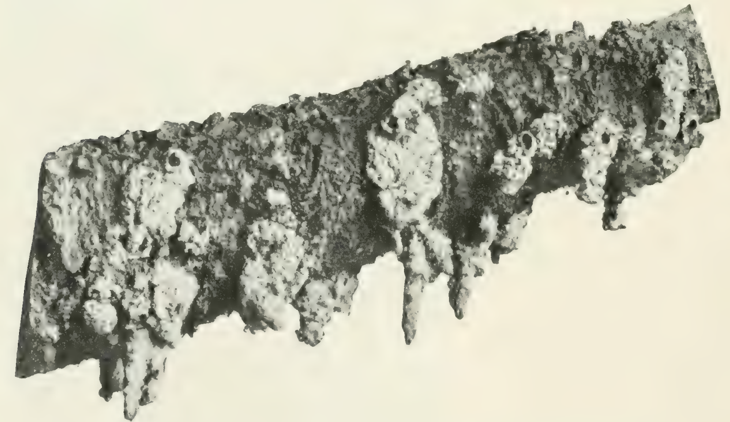


Abb. 390. Harzstalaktiten an einem peridermiumkranken Weimutskieferast, hervorgerufen durch den Raupenfraß von *Dioryctria splendidella* H. S. Nach Baer.

zustand der Pflanze angezogen wurden, noch gefördert und zum baldigen Abschluß gebracht, was in forstlicher Hinsicht nur von Vorteil sein kann.

Anders beim Fraß in Schälwunden. „Für deren Verheilung kann es

[1]) In Gesellschaft der *splendidella* fand Baer häufig noch die Räupchen des Wicklers *L. duplicana* Zett. (s. oben, S. 370), außerdem zahlreiche Fliegenmaden, eine *Cheilosia*-Art (*Ch. morio* Zett.?).

nicht gleichgültig sein, ob sie ungestört vor sich gehen kann oder ob Jahre hindurch immer aufs neue die frischen Wundränder von den Raupen durchwühlt werden und damit zugleich ungleich größere Harzmassen zum Ausfluß gelangen, als dies an sich der Heilungsvorgang mit sich bringen würde."

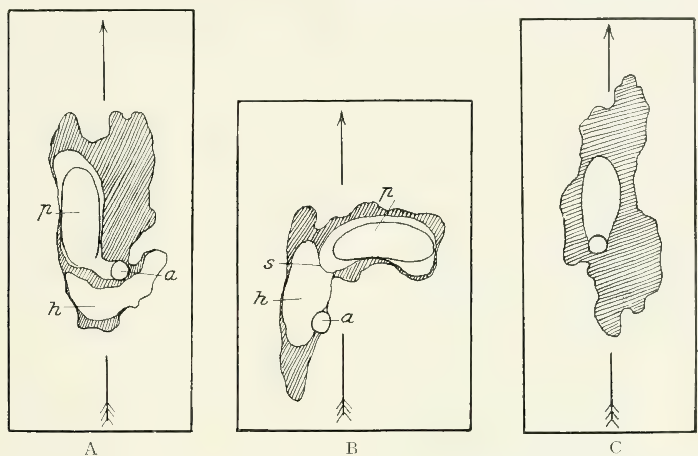


Abb. 391. Fraßbilder (schematisch) von *Dioryctria splendidella* H. S. A mit senkrecht, B mit wagrecht liegender Puppenwiege, C von einer tachinierten Raupe. Die schraffierten Partien bezeichnen die mit Kot und Harz ausgefüllten Teile des Gangsystems. *a* Flugloch, *p* Puppenwiege, *h* Hohlraum, *s* Scheidewand. Nach Eidmann.

„Damit entbehrt also *D. splendidella* nicht jeglicher forstlichen Bedeutung, zumal gerade ihre Gänge die Schälwundenränder oft ihrer ganzen Länge nach tief furchen. Umgekehrt erweist sich unser Zünsler da auch wiederum nützlich, wo die Terpentingewinnung eine wichtige forstliche Nutzung bildet und er, wie an den Lachen der Seekiefern, den Harzfluß steigert" (Baer).

Eine Bekämpfung kann höchstens beim Auftreten im Gefolge von mechanischen Verletzungen in Frage kommen: Hier kann das Überteeren der befallenen Stellen ein Auskommen der Falter wie auch eine Neubelegung verhüten und so zur glatten Verheilung der Wunden beitragen.

Unter den natürlichen Feinden scheinen die Parasiten eine nicht geringe Rolle zu spielen, und zwar vor allem eine Tachine, *Actia (Gymnopareia) pilipennis* Fll., die auch bei den verschiedenen *Evetria*-Arten und vielen anderen Kleinfaltern schmarotzt. Nach Eidmann (1925) erfolgt die Infektion der Raupe schon sehr frühzeitig, vielleicht beim Einbohren der jungen Raupe in die Rinde. Eine spätere Infektion ist aus dem Grunde nicht anzunehmen, weil das Fraßbild tachinierter Raupen schon gewisse Veränderungen aufweist, so fehlt der „Hohlraum", der sonst stets vorhanden ist, und auch der Harztrichter wird vermißt, so daß das Flugloch direkt auf der Rinde mündet. „Es ist eine höchst bemerkenswerte Tatsache, daß tachinierte Raupen wohl das Flugloch anfertigen, daß aber weder das Gespinst in der Puppenwiege, noch die Scheidewand im Ausfluggang hergestellt wird.

Die Raupe ist gewissermaßen ihrem schlimmsten Feind bei seiner Entwicklung in jeder Weise behilflich, denn die ausschlüpfende Tachine findet so den Weg ins Freie offen, während sie unter normalen Umständen aus ihrem Gefängnis nicht heraus könnte und elend umkommen müßte."

Als Parasiten hat Baer außerdem noch gezogen: *Pimpla examinator* F. und *inquisitor* Scop. und *Macrocentrus thoracicus* Nees.

Dioryctria abietella Schiff.

Taf. V, Fig. 14.

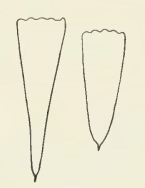
Fichtenzapfen-Zünsler.

Var. *mutatella* Fuchs.

Ratzeburg: *Tinea (Phycis) abietella* Fbr. — Altum: *Phycis abietella* W. V. — Nitsche: *Phycis (Dioryctria) abietella* Zck. — Nüßlin-Rhumbler: *Phycis (Dioryctria) abietella* S. V. — Wolff-Krauße: *Dioryctria abietella* Schiff.

Wie oben schon bemerkt, wurde in der forstentomologischen Literatur *abietella* lange Zeit mit *splendidella* bzw. *sylvestrella* vermengt, obwohl sowohl die Falter als besonders auch die Raupen der beiden sehr deutliche Unterschiede aufweisen[1]).

Der Falter (Abb. 392 A) unterscheidet sich von *splendidella* schon durch seine viel geringere Spannweite: 25—30 mm. Auch in der Zeichnung lassen sich


A B C

Abb. 392. *Dioryctria abietella* Schiff. (Fichtenzapfenzünsler), A Falter ($1^1/_2\times$), B Schuppen aus dem Scheitelkamm, C Duftschuppen vom Mesothorax. B und C nach Baer.

Unterschiede feststellen, so fehlt der braunrote Innenrandfleck der Vorderflügel, auch ist der Verlauf der hinteren Querbinde mehr winklig. Mittelfleck schmal, nach außen nur schwach dunkel beschattet. Die Grundfarbe ist schmutzigweiß bis gelblich- oder bräunlichweiß[2]). Bei den Männchen sind die Schuppen auf dem Hinterrand des Scheitels kurz und breit (Abb. 392 B) und die Duftschuppen (zwischen Meso- und Metathorax) zur Spitze auffallend zum Teil keulenförmig verdickt. Die Klappen des männlichen Genitalapparates sind viel breiter als die der *splendidella*.

Raupe deutlich längsgestreift, beiderseits der dunklen Rückenmitte je einen ziemlich schmalen, hellen Längsstreifen, so daß die dunklen, braunroten Körperseiten abermals ein breites Längsband bilden. Ein weiteres sehr deutliches Unterscheidungsmerkmal bilden die Warzen, die nur schwach chitinisiert sind

[1]) Wenn Ratzeburg „nicht imstande war, an den Raupen und Puppen (von *abietella* und *sylvestrella*) irgendeinen Unterschied zu finden", so kann dies, wie Baer mit Recht bemerkt, nur daher rühren, daß er die echte *splendidella-* (bzw. *sylvestrella-*) Raupe niemals mit eigenen Augen gesehen hat.

[2]) Die von Fuchs aufgestellte var. *mutatella* zeichnet sich durch stumpfere eintönigere Zeichnung und blaugraue Grundfarbe aus. Thomann (1914) hält *mutatella* für eine eigene Art. Er gibt eine Reihe minutiöser Unterschiede in der Zeichnung und Färbung an.

und nur bei ganz hellen Raupen sich deutlicher abheben (Abb. 385C). Stigmen 1 und 9 um vieles größer als die übrigen Stigmen, besonders das letzte. Die beiden Borsten auf dem vor dem 1. Stigma gelegenen Chitinschild am Vorderrand stehend (Abb. 387 B).

Puppe 9—11 mm; die 6 Hakenborsten der letzten Segmente nicht auf einem besonderen Kamm, sondern auf einer feinen Kante aufsitzend. Endsegment dorsal und ventral gleichmäßig halbkugelig gewölbt, ohne Skulptur (Abb. 388 B).

Bei der Schilderung der Bionomie folgen wir wie bei *splendidella* in der Hauptsache wiederum Baer. Als ein auffallender bionomischer Unterschied gegenüber *splendidella* sei gleich vorweg betont, daß die erwachsene Raupe von *abietella* ihren Fraßplatz verläßt, um sich im Boden zu verpuppen, während die *splendidella*-Raupe sich am Fraßort verpuppt. Wenn sie schon im Herbst erwachsen ist, überwintert sie zunächst in einem weißen, scheibenförmigen Gespinst, um sich im nächsten Frühjahr in einem neuen, mit Erde und Pflanzenteilen verklebten Kokon zu verpuppen.

Was ferner die *abietella*-Raupe ganz besonders auszeichnet, ist ihre erstaunliche Polyphagie:

1. Fraß in Zapfen. Am häufigsten trifft man bei uns die Raupe in den Zapfen der Fichte (Baer fand sie im Tharandter Forstgarten häufig auch in den Zapfen der Schimmelfichte, *Picea alba* Lk.), wo sie oft zu mehreren in einem Zapfen (Baer hat bis zu 9 Stück gefunden) leben. Sie fressen hier die Samen und Samenlagen sowie die Zapfenschuppen, letztere ankerförmig, aus (Abb. 393), während sie die Spindel verschonen (im Gegensatz zu der Raupe von *Lasp. strobilella* L., die in der Spindel lebt, s. S. 374. Die Hohlräume sind meist dicht mit Kot angefüllt, der sich auch außen zwischen den Schuppenrändern zeigt (Abb. 394) und den Fraß verrät (ebenfalls im Gegensatz zu den mit *strobilella* besetzten Zapfen). Die Zapfen fallen, früh sich bräunend und oft gekrümmt, zeitig ab. Die Raupen verlassen im Oktober durch eine runde Öffnung die Zapfen und gehen in die Bodendecke, um hier in rundlichem Gespinst zu überwintern und sich im nächsten Frühjahr zu verpuppen.



Abb. 393. Fraß von *Dioryctria abietella* Schiff. an Fichtenzapfenschuppen.

Außer in den Zapfen von Fichte wurde die *abietella*-Raupe auch in den Zapfen der Weißtanne festgestellt (Wachtl, Ragonot, Schütze, Borries u. a.) und in Nordmannstanne (*Abies nordmanniana* Lk.) (Boas) und der Lärche (Baer). Auch die Zapfen der Kiefer werden nicht verschont. „In denen von *P. silvestris*," schreibt Baer, „und zwar den vorjährigen, zur Zeit des Fraßes also $1—1^1/_2$ Jahre alten, findet man die



Abb. 394. Von *Dioryctria abietella* Schiff. befallene Fichtenzapfen. (Man sieht hier zahlreiche Kothäufchen zwischen den Zapfenschuppen hervortreten im Gegensatz zu dem Befall von *Laspeyresia strobilella* L., dem Fichtenzapfenwickler, bei dem äußerlich kein Kot sichtbar ist.)

Raupe meist ungleich seltener als in den Fichtenzapfen und auch kaum mehr als eine einzige in einem solchen, zudem vielfach auch noch in vorgerückterer Jahreszeit, wenn jene sich bereits an den Boden begeben, ja sogar den Winter über. Zapfen von noch jugendlicherem Alter scheinen höchstens äußerlich etwas befressen zu werden, wenigstens begegnet man zuweilen solchen mit allerhand Aushöhlungen, die mit den kaum verkennbaren Exkrementen der *Dioryctria*-Raupe erfüllt sind. Abbildungen dieser Vorkommnisse verdanken wir Eckstein. Fast stärker als an der Waldkiefer scheint der Fraß bisher an der Bergkiefer aufgegetreten zu sein, denn Borries fand in den jütischen Heidekulturen die Zapfen dieser bis zu 50% angegriffen. Auch den Fraß in den Zapfen der südfranzösischen Seekiefern bezieht Nördlinger jedenfalls mit vollem Recht auf unsere Art, wiewohl in diesen Gegenden bereits die südlicheren Arten mit gekämmten Fühlern im männlichen Geschlechte auftreten, *D. mendacella* Stgr. und die große *D. pineae* Stgr., die Staudinger beide aus andalusischen Zapfen von *Pinus halepensis* Mill. zog. Schließlich fand Borries auch die Zapfen der aus dem Himalaja stammenden *P. excelsa* Wall., nach Ragonot von Hornig die von *P. laricio* Poir. var. *austriaca* und ich (Baer) die von *P. strobus* in der entsprechenden Weise befallen" (Baer).

2. Fraß in Chermes-Gallen. Wie verschiedene Wickler (*Laspeyresia pactolana* Zll. und *illutana* H. S.) kommt auch die *abietella*-Raupe bisweilen von Juli bis September sehr zahlreich in den frischen Gallen von *Chermes viridis* vor (Abb. 396).

3. Fraß in Wipfeltrieben. Baer schreibt hierüber: „Der Fraß des Zapfenzünslers in dem Wipfeltriebe jüngerer Fichten ist schon von Ratzeburg gut beschrieben und abgebildet. Er konnte aber die Erscheinung, trotzdem sie ihn stark interessierte und er sich sehr darum bemühte, niemals selbst in der Natur studieren, sondern lernte sie nur durch Einsendungen kennen, die aber auch spärlich genug blieben. Nicht anders scheint es den meisten übrigen Forstentomologen nach ihm ergangen zu sein.

Nur bei den umfangreichen Aufforstungen in Dänemark sind ausgedehnte Schädigungen dieser Art durch den Zapfenzünsler vorgekommen, so daß sich dort reichliche Gelegenheit zu Beobachtungen bot. Dieselbe ist von den dortigen Entomologen Borries und Boas auch trefflich benutzt worden.

„Diese Umstände weisen jedenfalls darauf hin, daß das Auftreten des Zünslers in Trieben ein ganz unregelmäßiges, gelegentliches oder mehr oder weniger ausnahmsweises ist. Es liegt dies ja auch nahe genug, da das Insekt doch in erster Linie Zapfenbewohner ist. Auch für den Tharandter Wald trifft dies sicherlich zu, denn sonst hätte über das Vorkommen hier unbedingt etwas bekannt werden müssen, da in einer Reihe von Jahren auf das eifrigste danach geforscht wurde.

„Erst 1907 gelang es uns, zum erstenmal hier diesen eigentümlichen Fraß des Zapfenzünslers vereinzelt zu entdecken. 1908 zeigte er sich bereits über die ganze Gegend verbreitet, wenigstens fiel er uns, einmal auf ihn aufmerksam geworden, überall auf, wenn auch oft nur spärlich vorkommend. Stellenweise allerdings dürften die Schädigungen im Tharandter Wald denen in Dänemark kaum nachstehen, denn in älteren Kulturen ließ der Fraß sich an ca. 10—15% der Wipfelenden finden. Dazu verschonte er nicht einmal



Abb. 395. Kiefernzapfen, von der Raupe von *Dioryctria abietella* Schiff. befallen. Rechts unten am Zapfen ist ein deutlicher Kothaufen zu sehen, mit dem einige Nadeln verbunden sind. Nach Nitsche.



Abb. 396. Fraß von *Dioryctria abietella* Schiff. in Chermes-Gallen, die zum Teil ausgefressen und mit Kot gefüllt sind.

Stangenhölzer, und selbst 10 m hohe Fichten zeigten zuweilen die charakteristischen Spuren des Fraßes. In den Kulturen sind es namentlich die kräftigsten vorwüchsigen Stämmchen, deren Wipfel verunstaltet wurden, was die ganze Erscheinung noch auffälliger macht. Besonders traurig ist in

dieser Hinsicht der Anblick der gegatterten Kulturen, die wohl gegen den Verbiß durch das Rotwild geschützt werden konnten, nicht aber gegen die Angriffe des Zünslers."

„Die Beschädigungen können ein verschiedenes Bild zeigen. Entweder ist nur das äußerste Ende des Wipfelsprosses beschädigt; dies ist der Fall, wenn die Raupe hauptsächlich nur die Endknospen ausgefressen und den Trieb nur wenig basalwärts ausgehöhlt hat. Hat sich aber die Raupe unter-



Abb. 397. Wipfeltriebe (Fichte), ausgehöhlt von der Raupe von *Dioryctria abietella* Schiff. (die beiden ersten mit den charakteristischen Krümmungen).

halb der Spitze, in größerer oder geringerer Entfernung davon, in den Trieb eingebohrt und von da aus den Trieb eine Strecke weit ausgehöhlt, so zeigt sich der Endteil des Triebes in größerer oder geringerer Ausdehnung vertrocknet, gebräunt, geschrumpft und in der verschiedenartigsten Weise gekrümmt oder verbogen" (Abb. 397). Der gekrümmte Endteil kann aber noch bedeutend länger sein, als auf den Abbildungen dargestellt ist (besonders bei den schlanken Wipfeln von vorwüchsigen Stämmchen) und beträgt beispielsweise bei einem von Baer gesammelten Stücke 22 cm!

„Bei einer Art von so vielseitiger Lebensweise kann es nicht auffallen, daß sie sich auch in ihren Triebzerstörungen durch keine Regel beschränken läßt. So kommt es vor, daß eine Raupe ihren ursprünglichen Trieb resp. den darin angelegten Fraßkanal verläßt, um sich von neuem anderswo einzubohren oder eventuell auch nur durch äußerliches Benagen anderer Triebe ihren Fraß fortzusetzen. Mehrfach fanden wir sie unter groben Kotanhäufungen im obersten Quirl am Grunde der Maitriebe fressend, wo sie unter teilweiser Verschonung der Rindendecke hauptsächlich die Bastschicht benagte.

„Nicht selten begegnet man auch Trieben, die zwar deutlich die Spuren des Zünslerfraßes aufweisen, sich aber wieder gut erholt haben. Sie sind allerdings etwas gekrümmt oder sonstwie deformiert (klumpig verdickt) und zeigen meist auf der Innenseite der Krümmung den Rest einer verheilten Rinne. Hier mag die Raupe nur einen ganz oberflächlichen Kanal unter der Rinde oder überhaupt nur äußerlich gefressen haben und vielleicht durch üppiges Wachstum des Triebes wieder vertrieben worden sein.

„In der Regel ist es der Wipfelsproß, der „Kronast" Ratzeburgs, der von dem Zünsler befallen wird. Doch kommt der Fraß auch in den übrigen Trieben des obersten Quirls, sowie schließlich auch noch in weiteren, besonders kräftigen Maitrieben vor.

„Ratzeburg und Altum führen den Triebfraß des Zapfenzünslers auf Zapfenmangel zurück („Surrogat-Nahrung"). Borries betont demgegenüber, daß der Triebfraß keineswegs nur in der Nähe älterer, bereits samentragender Bestände vorkomme, sondern auch eine längere Reihe von Jahren hindurch in jüngeren Beständen auftrete. Bei dem Triebfraß im Tharandter Wald lag es nahe, denselben mit dem außergewöhnlichen Zapfenreichtum von 1906 und der unmittelbar darauffolgenden großen Zapfenarmut in Zusammenhang zu bringen. Mit dem ersteren mögen sich wohl zugleich die Zapfenzünsler stark vermehrt haben, im folgenden Jahre nun, da Zapfenmangel herrschte, mußten viele derselben sich um andere Nahrung umsehen und versuchten es mit den Trieben. Ihr Gedeihen daselbst mag dann den stärkeren Fraß von 1908 herbeigeführt haben."

Was die Richtung des Fraßes betrifft, so haben Ratzeburg, Borries und Baer beobachtet, daß die Raupe von der Spitze nach der Basis frißt. Wenn Boas die Raupe spitzenwärts fressen läßt, so handelt es sich zweifellos um Ausnahmefälle. Möglicherweise hat Boas auch, so vermutet Baer, das Ein- und Ausbohrloch miteinander verwechselt, bzw. das einzige, an dem basalen Ende des Fraßkanals befindliche ziemlich große Loch für das Einbohrloch gehalten. „Dasselbe ist aber zweifellos das Ausbohrloch, während das Einbohrloch bei der Kleinheit der aus dem Ei kommenden Raupe jedenfalls so winzig ist, daß es kaum und später wohl überhaupt gar nicht mehr sichtbar sein dürfte."

Der Triebfraß beschränkt sich nicht nur auf die *Picea excelsa* Lk., sondern wurde von Baer vielfach auch an der Sitkafichte beobachtet, ferner an Tanne, Kiefer und sogar an der Lärche.

Der Triebfraß an Tanne wurde zuerst von Ratzeburg beschrieben und abgebildet (W. II. S. 24, Taf. 35, Fig 4—6) und dann auch von Boas beobachtet. In dem von Ratzeburg beschriebenen Fall handelte es sich „um 10—20jährige Tannenbestände, und zwar in verschiedenen Expositionen, sowohl auf der Mittags- wie auf der Mitternachtsseite". Die befallenen

kräftigsten Kronäste waren auf doppelte Art zerstört: bei den einen waren die Knospen vertrocknet, ohne Triebe gemacht zu haben, bei den anderen waren die Triebe halb entwickelt und dann vertrocknet, teils hingen sie noch mit ihren roten Nadeln am Ast herab, teils waren sie schon soweit abgefallen, daß nur die Spindel samt der Schuppenhülle stehengeblieben war.

Der Triebfraß an Kiefer vollzieht sich in ganz ähnlicher Weise wie der Fraß in Wipfeltrieben der Fichte, indem auch hier die jüngsten verholzten Triebe ausgehöhlt werden. Nur scheint der Fraß hauptsächlich zu einer anderen Jahreszeit stattzufinden, da im Frühjahr halbwüchsige Raupen fressend beobachtet wurden. „Stange (1869), Atmore (1888) und Schütze und Thomann (1914)[1]) stellten dieses Vorkommen für *P. silvestris* L., Nördlinger und Ragonot für *P. pinaster* Sol. und Borries für *P. montana* Mill. und *P. laricis* Poir. fest. Ein Fraß an dem später erscheinenden jungen Maitrieb ist fast nie bemerkt worden, nur einmal von Borries an Bergkiefern, und zwar nach der Art und Weise von *Evetria buoliana*“ (Baer).

Der Triebfraß an Lärche wurde von Schütze beobachtet, der die Raupe im Höhentrieb in der gleichen Weise wie an den Fichtentrieben fressend angetroffen hat.

4. Fraß an verharzten und pilzkranken Stammteilen und Ästen. Eine der überraschendsten Feststellungen Baers ist das Vorkommen der *abietella*-Raupen in an *Peridermium*- und auch sonstwie kranken Stellen an der Kiefer ganz nach Art der *splendidella*-Raupe, ja sogar in deren unmittelbarer Gesellschaft. „Wäre *splendidella* nicht so völlig ausreichend morphologisch gekennzeichnet, man könnte diesem Vorkommnisse gegenüber an den Artrechten der beiden geradezu noch einmal irre werden. Indessen fehlt es auch an einem auffallenden biologischen Unterschied hierbei nicht, indem die *abietella*-Raupe keinen jener eigenartig gestalteten Harzflüsse erzeugt, die wir bei *splendidella* kennen lernten. Sie verrät vielmehr auch hier ihre Anwesenheit allein durch den Austritt von lebhaft braunroten Kotmassen, genau wie bei dem Fraße in den verschiedenen Zapfen usw., wobei es naturgemäß an dem Ausfluß einzelner Harztröpfchen und wohl auch einmal größerer, aber ungeformter und unregelmäßiger Harzmengen nicht fehlt, in die aber niemals wie bei *splendidella* die Exkremente gleichsam hineingeschmolzen sind. Auch hat sie dabei, wenigstens an *P. strobus*, meist die Gewohnheit, ihr Versteck unter der Rinde vorübergehend zu verlassen und, oberflächlich in einem Gespinstrohre lebend, die Rinde von außen platzweise zu benagen. Wohl möglich, daß der im Vergleich zu *splendidella* bei *abietella* so spärliche Harzaustritt mit der schon eingetretenen Erschöpfung der befallenen Baumteile zusammenhängt, denn ich

---

[1]) Die aus Kieferntrieben gezogenen Tiere weichen in Größe und Färbung etwas von der typischen *abietella* ab, was Fuchs veranlaßt, eine besondere Varietät *mutatella* aufzustellen. Thomann hält, wie oben schon betont, *mutatella* für eine besondere Art, deren Bionomie er folgendermaßen charakterisiert: „Die junge Raupe lebt im Herbst in einjährigen Föhrenzweigen, wo sie im halberwachsenen Zustand überwintert. Nach vollzogener letzter Häutung im folgenden Frühling (Ende März oder anfangs April) begibt sie sich an den Grund der Knospen von neuen Zweigen, bohrt sich zwischen Holz und Rinde ein und höhlt von hier die Knospen aus. In kurzer Zeit ist sie erwachsen und die Verpuppung findet im Laufe der Monate April oder Mai flach unter der Erde statt. Puppenruhe 7—8 Wochen. Hauptflugzeit der Monat Juni. Diese Entwicklung scheint bei *mutatella* die Regel.“

(Baer) fand den *abietella*-Fraß oftmals, bei *P. strobus* sogar stets an den Stellen, die auch *splendidella* in früheren Jahren aufgesucht, aber bereits verlassen hatte, und, wo beide Raupen nebeneinander vorkommen, schien *abietella* doch die der Austrocknung mehr ausgesetzte Stelle gewählt zu haben. Derartiger Fraß ist schon von den dänischen Forstentomologen beobachtet und namentlich von Boas ein solcher an einem kränkelnden Weimutskieferstämmchen unverkennbar abgebildet worden (Dansk Forstzool., S. 300)."

„Ein mannshohes Weimutskieferstämmchen bei Niesky war stellenweise unter der Rinde fast zerwühlt von den *abietella*-Raupen und äußerlich fast bedeckt mit den weithin leuchtenden Exkrementen. Aber auch in unseren Waldkieferndickungen, in denen *Peridermium pini* so gern haust, bildet dieser Fraß eine charakteristische Erscheinung. Sieht man hier die durch die Pilzwucherung und Saftstauung aufgetriebenen Zweigpartien durch, so wird man zwischen den grindigen Rindenschuppen und Resten der Aecidienhäufchen auch selten vergeblich nach den charakteristischen Kotkrümeln suchen und die Raupe darunter in dem verkienenden Baste und Splinte finden[1])."

Was die Generation betrifft, so scheinen bei *abietella* ähnliche Verhältnisse vorzuliegen wie bei *splendidella*, d. h. in der Regel dürfte sie einjährig sein, etwa nach der Bioformel:

$$\frac{67 - 8,5}{56 + 67}$$

Daneben kommt, wenigstens in den heißen Sommern, teilweise auch eine doppelte Generation vor, die sich mehr oder weniger vollständig einschiebt. Dafür sprechen die verschiedenen Funde von erwachsenen Raupen bereits im Juli, ferner von noch halbwüchsigen Raupen im Winter und Frühjahr. „Bedenkt man," schreibt Baer, „daß die Raupe bei höheren Wärmegraden und geeigneter Nahrungsquelle, wie im Zuchtbehälter leicht zu beobachten ist, außerordentlich schnell heranwächst, so ist es wohl das Wahrscheinlichste, daß der ganze Entwicklungsgang der Art lediglich von der Temperatur und der Güte des Brutmaterials abhängig und wenig an den Lauf der Jahreszeiten gebunden ist. Das heißt: es entwickeln sich Falter, so lange die Temperatur über einer gewissen Grenze sich hält, unbekümmert um ihre Nachkommenschaft, die als Raupe in jedem Altersstadium zu überwintern befähigt ist, sei es erwachsen in dem scheibenförmigen Gespinst am Boden, sei es noch jung an der Fraßstelle selbst. Allein die Puppenruhe, für die wohl ausschließlich der Boden gewählt wird, fällt stets in die warme Jahreszeit, nimmt aber hier einen so kurzen Zeitraum vor dem Falterflug in Anspruch, daß sie fast als mit demselben zusammenfallend zu betrachten ist. Eine teilweise Regelung des Entwicklungsganges liegt allerdings in der Natur des Jahreszeitenwechsel selbst, wie auch in der teilweise so abweichenden Beschaffenheit des verschiedenartigen Brutmaterials begründet. So erklärt sich

---

[1]) „Außer der *abietella*-Raupe bewohnt diese eigentümlichen Gebilde noch *Grapholitha coniferana* Rtzb. und *Pissodes piniphilus* Hbst., und in den abgestorbenen Zweigenden jenseits der Infektionsstelle findet man regelmäßig *Pityophthorus glabratus* Eichh. und auch *Magdalis frontalis* Gyllh., wenn das Material noch die für diesen erforderliche Stärke hat. An stärkeren Ästen oder kranken Stammteilen begegnet man ebenso häufig oder vorwiegend, und zwar *abietella* meist vorausgehend, *splendidella*. Diese einander so nahe berührenden Vorkommnisse der beiden Arten dürften es auch hauptsächlich gewesen sein, die Ratzeburg irre gemacht haben, von dem letztlich die Unklarheiten über sie in der Forstentomologie herrühren" (Baer).

wenigstens am ungezwungensten der Flug des Falters während des größten Teiles der warmen Jahreszeit und das Vorkommen junger wie alter Raupen fast zu jeder Zeit, während sich sonst das Durcheinander höchstens durch künstliche Annahmen entwirren läßt, wie es die Versuche von Borries und Ragonot zeigen."

Forstlich ist der Fraß an den Wipfeltrieben vor allem an jungen Fichten in Kulturen und Stangenhölzern zweifellos der bedeutungsvollste. Infolge des Fraßes stirbt immer ein Teil des Kronenastes bzw. des befallenen Triebes ab. „Die Spitzenknospen vertrocknen und anstatt deren entstehen im nächsten Jahr neue Triebe entweder nahe der trockenen Spitze oder sehr tief unten." In zweiter Linie ist der Zapfenfraß zu nennen, durch den die Samenernte mehr oder weniger stark geschmälert wird.

In der forstlichen Literatur wird verschiedentlich von Ratzeburg (W.), Altum, Borries, Baer u. a. über ein stärkeres schädliches Auftreten berichtet, vor allem in den Wipfeltrieben, von denen in manchen Fällen 10 bis 15% durch *abietella*-Fraß vernichtet wurden.

Eine Bekämpfung könnte höchstens durch rechtzeitiges Aufsammeln und Vernichten der abgefallenen Zapfen oder durch Abschneiden der sich bräunenden befallenen Triebe ausgeführt werden.

Unter den natürlichen Feinden des Zapfenzünslers spielen die Schlupfwespen (zum Teil die gleichen Arten wie bei *splendidella)* eine Hauptrolle, sodann sind auch 2 Tachinen daraus gezogen: *Actia pilipennis* Fall. (ebenfalls *splendidella*-Parasit) und *Digonochaeta setipennis* Fall.

Dioryctria schützeella Fuchs.

Taf. V, Fig. 15.

Diese der *abietella* nahestehende Art wurde erst vor drei Dezennien entdeckt, und zwar von dem verdienstvollen Kleinschmetterlingsforscher Schütze, nach dem Fuchs (1899) die Art benannt hat. Sie unterscheidet sich von *abietella* durch die etwas kleinere Gestalt des Falters sowie verschiedene geringe Abweichungen in Färbung und Zeichnung der Vorderflügel, dann auch durch die deutlich abweichende Raupenzeichnung und endlich durch die gänzlich verschiedene Lebensweise, die in der Gattung *Dioryctria* vereinzelt dasteht.

Falter: Vorderflügel von der Wurzel bis zur Spitze 11 mm gegen 14—15 der verwandten *abietella*, silbergrau, sehr fein und sparsam braun bestäubt, mit zwei breiteren lichtweißlichen Querstreifen und kräftigem, lichtem Mittelfleck; die etwas veränderlichen Querstreifen wie bei *abietella* auf den zugekehrten Seiten schwarz angelegt, doch nur ausnahmsweise so scharf liniert und gewinkelt wie bei dieser Art, die Rippen im Mittelfelde mehr oder weniger schwärzlich, strichartig, bisweilen das Mittelfeld braun verdunkelt, so daß außer dem weißlichen Mondfleck nur zwischen den Rippen etwas lichtere Stellen bleiben, oder diese Verdunkelung fehlt, dafür führt es, vom Innenrande ausgehend, einen Mittelschatten, der bis zur Flügelmitte reicht und oben von der schwarzen Rippe strichartig durchschnitten wird. Zwischen dem vorderen Querstreif und der Wurzel eine schrägstreifenartige Verdunkelung, die nur undeutlich ist und auch ganz fehlen kann, wurzelwärts liegt vor ihr auf dem Innenrand ein undeutlicher lichter Fleck. Die schwarze Saumlinie ist auf allen Flügeln deutlich, auf den vorderen schärfer als auf den hinteren. Die grauen, an der Wurzel nicht lichteren Hinterflügel führen vor dem Saume einen verwaschenen lichten Bogenstreif, welcher an zwei Stellen etwas wie einen lichten Fleck bildet, am Vorderrand und jenseits der Flügelmitte, ein wenig gegen den

Hinterrand gerückt. Unten zeigen die Hinterflügel vor dem Saume eine breite, lichte Binde, die zuweilen gegen die graue Wurzel abgegrenzt ist, bei dem einen Exemplar deutlicher als bei dem anderen, und auch auf den Vorderflügeln etwas zur Geltung kommt, selten ist sie nur verwaschen.

„Die Raupe (Abb. 385 D) mißt (ausgeblasen!) $23^1/_2$ mm, sie ist dunkelrot bis braunrot, Kopf glänzend schwarz, Nackenschild gelbbraun, Afterschild gelblich. Auf dem Rücken ein breiter Streif der Grundfarbe, durch zwei gelbliche zerrissene Längslinien geteilt, zu beiden Seiten des Rückenstreifs ein rotbrauner Streifen, der nur bis zum drittletzten Segment geht, beiderseits von einer gelblichen zerrissenen Linie eingefaßt und durch eine ebensolche, in einzelne unregelmäßige Fleckchen aufgelöste Linie geteilt ist. Die Seiten und der Bauch von der Grundfarbe, erstere mit zwei unbestimmten zerrissenen gelblichen Längslinien, letzterer auf den drei ersten Segmenten schwärzlich angehaucht. Brustfüße glänzend schwarz, auf der Innenseite zweimal licht geringt, am Grunde glänzend schwarz eingefaßt. Doch ist diese Einfassung auf der Außenseite breit unterbrochen, Bauchfüße und Nachschieber nicht ausgezeichnet. Wärzchen undeutlich, nur mit der Lupe zu sehen.“ (Eine eingehende Schilderung der Raupe gibt Trägårdh 1915.)

Die Puppe ist rotbraun bis dunkelbraun.“

D. schützeella wurde zuerst in den Fichtenwäldern Sachsens (in Rachlau bei Bautzen) gefunden. Daß sie aber eine weitere Verbreitung hat, geht schon daraus hervor, daß sie von Trägårdh bei Stockholm festgestellt wurde. Auch die Angabe Wockes (1874), daß die *abietella*-Raupe „im Mai bis anfangs Juni zwischen den zusammengesponnenen Nadeln lebe“, bezieht sich wohl auch auf *schützeella*. Als Fraßpflanze scheint nur die Fichte in Betracht zu kommen.



Abb. 398. *Dioryctria schützeella* Fuchs. $1^1/_2\times$.

Die Raupe lebt nach Schütze „bis Mitte Juni zwischen den Nadeln von Fichten, *Picea excelsa*. Den röhrenförmigen Fraßgang spinnt sie nur mit wenigen Fäden aus. Die den Gang bedeckenden äußeren Nadeln sind etwas gekrümmt, mit den Spitzen gegeneinander gebogen, und das ist das einzige leitende Merkmal beim Suchen der Raupen. Ob sie klein oder gar noch im Ei überwintern, konnte noch nicht festgestellt werden, doch scheint eher letzteres der Fall zu sein, da die Raupe gegen Ende Mai immer noch sehr klein ist, während andere zwischen den Nadeln lebende überwinterte Raupen zu dieser Zeit schon erwachsen waren. Der Falter erscheint in der zweiten Hälfte des Juli.“ Nach Trägårdh (1915) „ähnelt der Fraß dem von *Pandemis ribeana* Hb. (s. S. 237); die *schützeella*-Raupe greift jedoch nicht die Rinde an, sondern verzehrt nur den Basalteil der Nadeln, während die übrig bleibenden Nadelreste zu einer Art Tunnel zusammengesponnen werden“.

Im Süden (Südfrankreich, Andalusien, Mittelitalien usw.) kommen noch zwei weitere *Dioryctria*-Arten vor: *D. mendacella* Stgr. (Taf. V, Fig. 15) und *pineae* Stgr. Sie unterscheiden sich von den obigen Arten einmal dadurch, daß die lichte Zeichnung der Vorderflügel (Querstreifen und Mittelfleck) kaum heller ist als der Grund und sich daher nur wenig deutlich von diesen abhebt, und sodann, daß die männlichen Fühler zum Teil oder in der ganzen Länge mit Kammzähnen besetzt sind.

Die beiden Arten unterscheiden sich voneinander außer durch verschiedene kleine Zeichnungsabweichungen vor allem durch die Größe: *D. mendacella* Stgr. ist klein, die Spannweite beträgt 24—28 mm, während *pineae* Stgr. die größte Art der Gattung darstellt mit einer Spannweite bis zu 38 mm (Abb. 399 A u. B). In der Lebensweise stimmen beide Arten insofern überein, als ihre Raupen in den Zapfen von *Pinus halepensis* leben (von März bis Juni) und die Verpuppung außerhalb des Zapfens stattfindet. Eine gute Abbildung vom Fraß der *mendacella* gibt Barbey (Traité d'Entomologie Forestière, S. 336, Fig. 239).




A B

Abb. 399. A *Dioryctria pineae* Stgr., B *Dioryctria mendacella* Stgr. Schwach vergr.

Gattung Acrobasis Zll.

Im Vorderflügel r_3 und r_4 nur genähert (nicht gestielt), cu_1 näher cu_2 als m_3, oder etwa in der Mitte zwischen beiden gelegen. Auf den Hinterflügeln reicht die Mittelzelle etwa bis $^1/_2$. Die männlichen Fühler mit einem spitzen Schuppenzahn am Wurzelglied, die Palpen stark zurückgebogen, das Endglied fast vertikal.

Die Raupen leben auf Laubbäumen, und zwar meist gesellig in röhrigen, kotbekleideten Gespinsten, von denen sie nachts auf den Fraß ausgehen.

Von den 9 europäischen Arten wollen wir hier 4 nennen, die sämtlich auf der Eiche vorkommen und die sowohl in ihrer Färbung und Zeichnung als auch in ihren Lebensgewohnheiten (die Raupen spinnen die Blätter zu kleinen Nestern zusammen) sich recht nahe stehen. Sie lassen sich folgendermaßen unterscheiden[1]):

Imagines:

1. Wurzelfeld der Vorderflügel bis zum vorderen (inneren) Querstreif mehr oder weniger deutlich rot oder rotbraun 2
— Wurzelfeld der Vorderflügel bis zum vorderen (inneren) Querstreif nicht mit rot gemischt, einfach grau oder graubraun 3
2. Die rotbraune Färbung im Wurzelfeld der Vorderflügel intensiv und deutlich ausgeprägt, Kopf beim Männchen auffallend hell, weißlich gefärbt. Spannweite 18—20 mm . . . . . . *zelleri* Rag. (= *tumidella* Zck.)
— Die rotbraune Färbung des Wurzelfeldes wie auch die übrigen Zeichnungen weniger deutlich ausgeprägt; Kopf beim Männchen in der Färbung kaum von der Färbung der Brust unterschieden. Spannweite 18—20 mm . . . . *tumidana* Schiff.
3. Gesamtkolorit der Vorderflügel mehr blaugrau, die hellen Zeichnungen sehr deutlich hervortretend. Spannweite 20—21 mm . . *sodalella* Zll.
— Gesamtkolorit der Vorderflügel mehr braungrau, die hellen Zeichnungen weniger ausgesprochen. Kleiner als die vorige Art. Spannweite 15—16 mm . . . . *consociella* Hb.

[1]) Nach dem reichen Material in der Disquéschen Sammlung bearbeitet.

Raupen:

1. Kopf ohne dunkle Zeichnung, einfärbig hell, gelblich grün oder gelblich braun 2
— Kopf mit dunkler Zeichnung 3
2. Rumpf gelblich grün mit 5 dunklen Längsstreifen, Nackenschild einfarbig hell . . . . *consociella* Hb.
— Rumpf gelblich grün bis grün, nur mit 3 dunklen Längsstreifen, Nackenschild mit einigen schwarzen Punkten . . . . *zelleri* Rag.
3. Kopf nur an der Basis mit dunkler, fast schwarzer Zeichnung; Nackenschild einfarbig hell; Rumpf bräunlich gelb mit 5 dunklen Längsstreifen . . . . *tumidana* Schiff.
— Die schwarze Zeichnung bedeckt den größten Teil des Kopfes, Nackenschild schwarz, die 5 dunklen Längsstreifen des Rumpfes so breit, daß die ganze Raupe einen dunklen graugrünen Eindruck macht . . . . *sodalella* Zll.

Wie Baer (1910) auseinandergesetzt hat (s. oben S. 221), liegen sowohl bei Nitsche als bei Altum verschiedene Irrtümer und Verwechslungen bezüglich der Beschreibung von *Acrobasis tumidella* Zck. (= *zelleri* Rag.) vor. Ja, nach dem Studium der Disquéschen Sammlung scheinen die Irrtümer noch weiter zu gehen, als Baer angenommen hat. Zunächst hat Nitsche (S. 1058) die Raupe von *Acrobasis consociella* Hb. oder *zelleri* Rag. als die von *Acalla ferrugana* Tr. beschrieben, dann hat er kurz danach (S. 1060) eine Raupe als die von *zelleri* Rag. (*tumidella* Zck.) beschrieben, die ganz gewiß nicht dieser Art, sondern höchstwahrscheinlich *sodalella* angehört („dunkelköpfig, Leib graugrün usw."), während die Falterbeschreibung sehr gut mit *zelleri* übereinstimmt. Dieser Irrtum Nitsches beruht zweifellos auf den Angaben Altums, bei dem auch die Falterbeschreibung auf *zelleri* paßt, während die Raupenbeschreibung auf *sodalella* hinweist. Baers Meinung, daß Altums *tumidella* der *consociella* Hb. entspricht, kann ich nach dem Studium der Disquéschen Stücke nicht zustimmen. Sowohl die Größenangabe (2 cm) als die Erwähnung der violettroten Wurzel der Vorderflügel sprechen dafür, daß Altum wirklich die echte *tumidella* Zck. (= *zelleri* Rag.) vorgelegen hat.

Ich begnüge mich, hier eine Art, nämlich *zelleri* Rag., nach den Angaben Altums näher zu behandeln, mit dem Bemerken, daß diese Angaben, wenigstens soweit es sich nach den Fraßstücken der Disquéschen Sammlung beurteilen läßt, auch für die Bionomie der übrigen oben genannten Arten Geltung haben dürften.

Acrobasis zelleri Rag.

Taf. V, Fig. 17.

Eichentriebzünsler.

Altum: *Phycis tumidella* Zck. — Nitsche: *Phycis (Acrobasis) tumidella* Zck. — Wolff-Krauße: *Acrobasis zelleri* Ragusa (!!).

Falter: Vorderflügel rötlich aschgrau, an der Wurzel rostrot, mit 2 schwarzen Mittelpunkten, der vordere Querstreif weiß mit schwarzer Einfassung und dunkelrotem Fleck dahinter, der hintere Querstreifen grau. Die beiden Mittelflecken vereinigen sich bisweilen zu einem Mondfleck. Der vordere Querstreif geradlinig und schräg verlaufend. Kopf beim Männchen oben weißlich, die Vorderbeine außen braungrau, die Mittelschienen rotbraun, ihr Enddrittel und die Hinterbeine gelbweiß. Spannweite 18—20 mm.

Raupe hell gelblich grün bis grünlich. Kopf glänzend braun. Nackenschild mit 4 schwarzen Punkten. Rumpf mit 3 dunklen Längslinien.

Die Flugzeit des Falters fällt nach Altum in den Monat Juli. Die Eier werden einzeln an die Knospen der Spitze junger Eichen bis zu Heister-

stärke gelegt. Der Fraß der Raupe beginnt im Mai, sie fertigt sich ein röhriges, mit Kot und kleinen abgestorbenen Blatteilchen vermischtes Gespinst an, in welchem sie sich über Tag aufzuhalten pflegt. Des Nachts begibt sie sich zum Fraß, wobei die Blätter nur auf der Oberseite benagt, also unvollständig skelettiert werden. Durch diese Beschädigung krümmen sich bald die dürren, weißgrauen Blätter zu einem unordentlichen, lockeren Ballen, der von der Ferne den Blattnestern des Goldafters nicht unähnlich ist, jedoch zeigen die *zelleri*-Nester Gespinstfäden nur im Inneren für die Wohnung der Raupe. Der Fraß dauert bis Juni und geht auch noch auf die Johannistriebe über. Die Verpuppung geschieht gegen Ende Juni in einem mit Erde vermischten Gespinst am Boden.

Die Generation ist also einjährig und verläuft nach der Bioformel:

$$\frac{7{,}4 - 5\overline{6}}{6 + 7}$$

Wenn *zelleri* auch zuweilen zahlreich auftritt, ist die forstliche Bedeutung doch nicht groß. Immerhin wird der Spitzenfraß bei mehrjähriger Wiederholung nicht ohne schädliche Wirkung bleiben, besonders wenn ungünstige Witterungsverhältnisse den nachteiligen Fraß verschärfen. Durch Abschneiden und Verbrennen der weithin sichtbaren Blattnester kann man, wenn eine Bekämpfung überhaupt notwendig werden sollte, die Vermehrung eindämmen.



Abb. 400. *Acrobasis zelleri* Rag. (= *tumidella* Zck.) $1^1/_2 \times$.



Abb. 401. Nest von *Acrobasis zelleri* Rag. an Eiche. Nach Nitsche.

Gattung Myelois Hb.

Im Vorderflügel m_2 und m_3 gestielt, ebenso r_3 und r_4, und im Hinterflügel m_2 und m_3 und *sc* und *rr*.

Eine kleine Gattung mit nur 6 europäischen Arten, von denen eine hier erwähnenswert ist, nämlich

M. ceratoniae Zll., die Johannisbrotmotte, eine bei uns eingeschleppte Art, deren rosenrote Raupe zuweilen im Samen von *Robinia, Castanea vesca* u. a. angetroffen wird.

Literatur über Pyralidae.

Altum, B., 1875, *Tinea abietella*. Z. f. F. u. J. Bd. 7, S. 371.
—, 1884 a, Wipfeldürre der Kiefernüberständer. Ebenda. Bd. 16, 21—29.
—, 1884 b, *Phycis sylvestrella* Rtzb. Ebenda. Bd. 16. 710—711.

Altmore, E. A., 1888, Contribution to the Life-history of *Nephopteryx abietella* S. V. with a descript. of its larva. Ent. Month. Magaz., v. 24, p. 221—224.

Baer, W., 1906, Beobachtungen und Studien über *Dioryctria splendidella* H. S. und *abietella* S. V. — Thar. Forstl. Jahrb. Bd. 56 (S. 63—85).

—, 1909, Die Beschädigungen der Fichtenwipfel durch *Dioryctria abietella* S. V. (In: Escherich und Baer, Tharandter zoolog. Miszellen.) — N. Z. f. L. u. F. VII. S. 200—204.

—, 1910, *Acalla ferrugana* Tr. (In: Escherich und Baer, Tharandt. zoolog. Miscellen.) — N. Z. f. L. u. F. VIII. S. 169.

Barrett, C. G., 1891, *Dioryctria splendidella* Rag. in Suffolk. Ent. Month. Magaz. v. 27, p. 220—221.

Boas, J. E V., 1898, Dansk Forstzoologi. Kopenhagen, p. 296—300.

Borgmann, W., 1897, Zur Frage der forstlichen Bedeutung der Kleinschmetterlinge. — Forstl. nat. Zeitschr. Bd. 6, S. 361.

Borries, H., 1889, Om Forekomst og Udbredelse af skadelige Insekter i danske Naaleskove. Tidsskr. f. Skovbrug, v. 11, p. 39—91 (66).

—, 1891, Nogle nye Jagttagelser over danske Naaletrae-Insekter. — Ebenda. v. 12, p. 239—254 (249—254).

—, 1895, Jagttagelser over Danske Naaletrae-Insekter. — Tidsskr. f. Skovvaes. v. 7 (B), p. 1—95 (86—88).

Disqué, L., 1908, Versuch einer mikrolepidopterologischen Botanik. D. Ent. Zeit. Iris. Bd. XXI, 34—147.

Eidmann, H., 1925, Der Harzzünsler und seine forstliche Bedeutung. — A. f. Schädlk. I. 5—8.

Eckstein, K., 1893, Die Kiefer und ihre tierischen Schädlinge. — Berlin. S. 31.

Fuchs, A., 1899, Zwei neue Kleinschmetterlinge. Stett. ent. Z. Bd. 60, S. 180—183.

—, 1903, Alte und neue Kleinfalter der europäischen Fauna. Ebenda, Bd. 64, S. 227—247.

Holste, G., 1922, Fichtenzapfen- und Fichtensamenbewohner Oberbayerns. Z. f. ang. Entom. Bd. VIII, S. 145—147.

Ragonot, E. L., 1885, Revision of the British Species of *Phycitidae* and *Galleriidae*. Ent. Month. Magaz. v. 22, p. 52.

—, 1893, Monographie des *Phycitinae* et des *Galleriinae*. p. I. — Romanoff, Mém. sur les Lepidopt. v. 7, p. 195—197.

Ratzeburg, 1864, Ungewöhnliche Polyphagie eines Insekts, *T. sylvestrella (D. abietella)*. — Pfeils Krit. Blätter. Jahrg. 46, 2, S. 255—258.

Schütze, K. T., 1899, Die Kleinschmetterlinge der sächs. Oberlausitz. I. — D. Ent. Zeit. Iris, Jhrg. 11, S. 269—287.

Stange, A., 1869, Verzeichnis der Schmetterlinge der Umgeg. von Halle a. S. — Leipzig. S. 68.

Staudinger, O., 1859, Diagnose nebst kurzer Beschreibung neuer andalusischer Lepidopt. — Stett. ent. Z., Jhrg. 20, S. 222.

Trägårdh, Ivar, 1915, Bidrag till kännedomen om tallens och granens fiender bland småfjärilarna. — Medd. Stat. Skogsförsöksanst. H. 12.

Wachtl, F., 1878, *Serropalp. barbatus* und *Retinia margarotana*, zwei Feinde der Tanne usw. Mitt. aus d. forstl. Versuchsw. Österreichs, Bd. 1, S. 92—106, Taf. (S. dazu ebenda, 8 [1882], S. 43 u. 44.)

Wocke, 1874, Verzeichnis der Falter Schlesiens.

Zacher, F., 1927, Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. — Berlin (P. Parey).

Zincken, gen. Sommer, 1818, Monographie der Gattung *Phycis*. Magaz. d. Entom. (Germ.), Bd. 3, S. 160.

Im Anschluß an die Pyraliden sei noch kurz auf zwei Familien hingewiesen, denen zwar forstlich keine Bedeutung zukommt, die aber durch ihre eigenartige zerschlissene Flügelform mit zu den auffallendsten Kleinschmetterlingen gehören, nämlich die Pterophoriden (Federmotten) und die Orneodiden („Geistchen").

Familie: Pterophoridae (Federmotten).

Die Pterophoriden sind kleinere, schlanke Tiere, deren Flügel in der Regel in schmale Lappen oder „Federn" geteilt sind, und zwar die Vorderflügel in 2 (—3), Hinterflügel in 3 (—4) Lappen (s. S. 117, Abb. 66 A). In der Ruhe werden beide Flügel zusammengefaltet und vom Körper meist rechtwinklig abstehend getragen, die Hinterbeine neben dem sehr langen und schlanken Hinterleib ausgestreckt, eventuell über diesem gekreuzt — eine Haltung, die den kleinen Faltern fast das Aussehen einer Schnake geben. Die freilebenden Raupen sind 16füßig, meist plump, behaart und besitzen lange Bauchfüße mit Hakenkränzen (oder auch nur mit im Halbkreis stehenden Krallen). Puppen mit Rückenkielen, die sich vom Thorax auf das Abdomen fortsetzen, und am letzteren mit je 1 Seitenkiel unterhalb der Stigmen und oft mit Längsreihen großer Dornfortsätze.

In Europa 80 Arten, deren Raupen meist auf krautartigen Pflanzen leben.

Familie: Orneodidae (Geistchen).

Die Orneodiden (Geistchen) haben eine äußere Ähnlichkeit[1]) mit den Federmotten, indem auch bei ihnen die Flügel in eine Anzahl „Federn" geschlitzt sind. Die Flügel sind aber bei den Geistchen bedeutend breiter und die Zahl der Federn größer, gewöhnlich sind die Vorderflügel und Hinterflügel in je 6 Federn gespalten (S. 117, Abb. 66 B).

Die Raupen sind in der Regel weißlich, ohne Zeichnung, gewölbt, mit starken Einschnürungen, Haut mit feinen Spitzenkörnern. Bauchfüße, wenigstens bei den älteren Raupen mit Hakenkränzen. Sie leben meist im Innern von Pflanzen, z. B. in Stengelgallen von Scabiosen usw.

Es gibt nur wenige Arten, in ganz Europa nur 9, die der einzigen Gattung *Orneodes* Ltr. angehören.

---

[1]) Über die verwandtschaftlichen Beziehungen der beiden Familien herrschen verschiedene Anschauungen: während Börner und Handlirsch die beiden zusammen in eine Familienreihe stellen (Börner in die Familienreihe der Gelechiiden, Handlirsch in die Überfamilie der *Pyralidinae)*, sind sie bei Heymons völlig getrennt behandelt, die Orneodiden bei den Microfrenaten im Anschluß an die Psychiden, die Pterophoriden bei den Macrofrenaten zwischen Cnethocampiden und Bombyciden. Bei Spuler werden die beiden Familien wohl direkt nacheinander behandelt, jedoch mit der ausdrücklichen Bemerkung, daß die Orneodiden „keine Verwandtschaft mit den Pterophoriden haben, wohl aber mit den Pyraliden."

II. Unterordnung: Macrolepidoptera oder „Großschmetterlinge".

Die „Großschmetterlinge" enthalten überwiegend mittelgroße bis große Formen, wenn auch kleine durchaus nicht fehlen. „Sie können als die höheren und vollkommeneren Vertreter der ganzen Ordnung gelten." Die Raupen, die meist frei an den Nährpflanzen leben, haben in der Regel „Klammerfüße". Im Geäder ist (mit wenig Ausnahmen) die Analis sowohl im Vorderflügel als im Hinterflügel rückgebildet (Abb. 402), höchstens ist sie zuweilen als Falte noch spurweise vorhanden. Hinterflügel nie mehr als doppelt so lang wie breit.

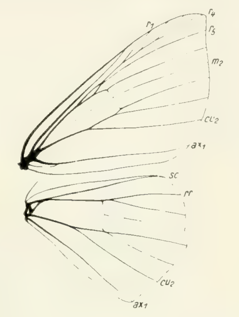


Abb. 402. Flügelgeäder eines Großschmetterlings. (Analis fehlt im Vfl und Hfl).

Die „Großschmetterlinge" umfassen die allgemein als Spanner *(Geometridae)*, Eulen *(Noctuidae)*, Spinner *(Bombicidae)*, Schwärmer *(Sphingidae)* und Tagfalter (Rhopaloceren) bezeichneten Gruppen. Von diesen stellten sich aber mit dem Fortschreiten der systematischen Erkenntnis manche als recht ungleichwertig heraus, so daß verschiedentlich, vor allem bei den Spinnern, eine weitgehende Aufteilung notwendig wurde. Über den Grad der Aufteilung und über die Art der Unterteilung der „Großschmetterlinge" herrscht bei den einzelnen Systematikern eine verschiedene Auffassung.

Heymons teilt die Macrolepidopteren nach dem Flügelgeäder in zwei Familienreihen: die Opisthoneura und die Enantioneura, letztere wiederum in die Heterocera und Rhopalocera. Handlirsch stellt neben den „Macrofrenaten", in die er die Mehrzahl der Nachtschmetterlinge einreiht, als gleichwertige Gruppen (Überfamilien) die Hesperiden und Rhopaloceren. Börner verteilt die Großschmetterlinge auf 5 Familienreihen, wobei er die *Geometridae* mit den von uns zu den Microfrenaten gestellten Pyraliden in der Familienreihe der Pyralidinen zusammenfaßt. Auch die Limacodiden, die wir als „Kleinschmetterlinge" betrachten, werden von Börner mit den Zygaeniden als Familienreihe der Anthroceroidea vereinigt. Als weitere Familienreihen stellt Börner auf: die Noctuoidea *(Syntomidae, Arctiidae, Notodontidae, Lymantriidae, Hypenidae* und *Noctuidae)*, die Bombycoidea *(Sphingidae, Endromiidae, Lasiocampidae, Bombycidae* und *Saturnidae)* und die Papilionidae *(Hesperidae, Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Erycinidae* und *Lycaenidae)*.

Wolff-Krauße stellen für die Großschmetterlinge 8 Tribus auf: 1. Zygaenaeomorpha, 2. Arctiimorpha, 3. Geometraemorpha (mit 1 Familie: *Geometridae)*, 4. Noctuaemorpha (mit 1 Familie: *Noctuidae)*, 5. Bombycimorpha (mit 8 Familien: *Bombycidae, Lymantriidae, Thaumetopoeidae, Lasiocampidae, Endromididae, Drepanidae, Saturnidae* und

Notodontidae), 6. Sphingimorpha (mit 1 Familie: *Sphingidae*), 7. Gryperomorpha (mit 1 Familie: *Heperiidae*) und Rhopaloceromorpha (mit 6 Familien).

In den meisten übrigen bekannten systematischen Werken über Schmetterlinge, wie denen von Staudinger-Rebel, Spuler, Eckstein, Hering usw. werden die Familien, die den oben angeführten ungefähr entsprechen, ohne Zusammenfassung in Kategorien höherer Ordnung in verschiedener Reihenfolge aneinandergereiht.

Wir wollen hier unter Anlehnung an Handlirsch die „Großschmetterlinge" in drei Tribus einteilen:

1. Tribus: *Macrofrenatae*.
2. Tribus: *Grypocera*,
3. Tribus: *Rhopalocera*.

1. Tribus: Macrofrenatae.

Fühler verschieden: einfach borstenförmig oder fadenförmig gesägt oder gekämmt, selten schwach keulenförmig, dann aber Hinterflügel stets mit Frenulum.

Familie: *Geometridae*, Spanner.
" *Noctuidae*, Eulen.
" *Arctiidae*, Bären.
" *Lymantriidae*, Wollspinner.
" *Endromididae*, Birkenspinner.
" *Lasiocampidae*, Glucken.
" *Bombycidae*, Echte Spinner.
" *Notodontidae* (mit *Thaumetopoea*), Zahnspinner.
" *Cymatophoridae*, Wollrückenspinner.
" *Drepanidae*, Sichelspinner.
" *Saturnidae*, Pfauenspinner.
" *Sphingidae*, Schwärmer.

2. Tribus: Grypocera.

Fühler gegen das Ende verdickt, oft mit Endhaken, Hinterflügel nur selten noch mit Frenulum, meist nur mit verdicktem Basalteil. Hinterschienen meist mit 2 Paar Spornen.

Familie: *Hesperiidae*, Dickkopffalter.

3. Tribus: Rhopalocera.

Fühler stets mit deutlicher Endkeule. Hinterflügel stets ohne Frenulum, dagegen mit großer Schulterecke. Hinterschienen ohne Mittelsporne.

Familie: *Papilionidae*, Tagfalter.

1. Tribus: *Macrofrenatae.*

Familie: Geometridae (Spanner).

Die Spanner stellen eine sehr umfangreiche Familie dar, die ziemlich einförmig gestaltete, mittelgroße bis kleine, schlank und schmächtig gebaute, im Flügelumriß den Tagfaltern ähnelnde Formen enthält (Abb. 403). Kopf klein, meist ohne Nebenaugen; Fühler sehr verschieden gestaltet, beim ♂ meist gewimpert oder kammzähnig. Rüssel gewöhnlich gut entwickelt, Maxillartaster rückgebildet, Labialtaster schlank vorgestreckt, fast immer das Gesicht überragend. Brust mittelkräftig, nicht geschopft. Hinterleib meist lang und schmächtig, gewöhnlich glatt beschuppt mit einem Analbüschel versehen. Beine schlank mit langen Tarsen. Die gewöhnlich ganzrandigen Vorderflügel haben meist die Gestalt eines kurzen, rechtwinkligen Dreieckes mit abgerundeten Ecken, und nur eine freie Innenrandader (Axillaris). Die etwas kleineren Hinterflügel, mit höchstens zwei freien Innenrandadern ax_1 und ax_2 und einer Haftborste, ähneln einem etwas langgezogenen Kreisausschnitte. Nur seltener ist der Saum bei beiden gezackt oder gewellt. Färbung und



A



B

Abb. 403. Männchen (A) und Weibchen (B) eines Spanners *(Bupalus piniarius* L.).

Zeichnung ist bei Vorder- und Hinterflügeln meist ähnlich, viel ähnlicher als z. B. bei den Eulen oder Kleinschmetterlingen. Durchschnittlich ist die Färbung matt und unscheinbar. Bei der lebhafter gefärbten Minderzahl sind zarte grüne und gelbe Töne vorherrschend; grelle Zeichnungen sind selten. Bei den Weibchen werden bisweilen die Flügel rudimentär oder fehlen ganz.

Vorderflügel (s. Abb. 404) mit an der Basis gegabelten ax_1 und ax_2, oder ax_2 fehlt ganz; *an* fehlt stets, m_2 aus der Mitte des Querastes oder oberhalb der Mitte desselben entspringend, also mit der Tendenz, näher an m_1 als an m_3; r_5 und r_4 entspringen von r_3, r_2 und r_1 häufig anastomisierend mit dem gemeinsamen Stamm von r_3 und r_5 und dadurch eine Nebenzelle bildend. Hinterflügel mit 2 Axillaradern ax_1 und ax_2, wovon ax_2 meist nur sehr kurz ist und ax_1 schon in den Analwinkel geht, oder ax_2 ist rückgebildet; *an* fehlt, m_2 entfernt von m_3 entspringend, bei den Boarminen rückgebildet (Abb. 404 C); m_1 und *rr* gestielt (Abb. 404 B) oder an der Basis einander recht genähert; *rr* und *sc* nahe der Basis anastomisierend oder wenigstens stark genähert oder durch einen kurzen Querast verbunden.

Die sekundären Geschlechtsmerkmale des ♂ können außer den Fühlern auch noch in der verschiedenen Zeichnung oder Ausbildung der Flügel

liegen. Bei den Boarminen findet sich an der Unterseite der Vorderflügel nahe der Basis beim ♂ eine kahle Grube. Beim ♀ tritt zuweilen (Frostspanner) Flügelrückbildung bis zum völligen Verlust derselben ein.

Die Eier sind meist kugelrund oder oval, glatt oder gerippt.

Die Raupen, die der Familie Namen und Charakter geben, sind drehrund und meist nackt, selten mit Fleischzapfen versehen. Von den Bauchfüßen ist in der Regel nur das letzte Paar erhalten, außerdem sind die Nachschieber als kräftige Klammerorgane entwickelt.

Die Puppen sind einfach, walzenförmig, hinten zugespitzt, teils ohne Kokons, teils auch mit solchen. Sie besitzen meist einen gut entwickelten Kremaster.

Die Falter sind meist Nacht- oder Dämmerungstiere, welche Blumen und Blüten nur selten besuchen. Nur wenige sieht man auch am Tage umherflattern, darunter allerdings die für uns wichtigste Form, den gemeinen Kiefernspanner. Die meisten ruhen am Tage niedrig an vor Luftzug geschützten Stellen mit flach ausgebreiteten Flügeln, die Vorderflügel nur ganz wenig oder gar nicht zurückgenommen, dicht an die Unterlage angeschmiegt. Diejenigen, die frei ruhen, haben oft eine unscheinbare, der Unterlage ähnelnde Färbung der Flügeloberseite; die etwas lebhafter gefärbten begeben sich meist auf die Unterseite der Blätter. Nur wenige wickeln die Flügel um den Leib zusammen, z. B. *Geometra (Chesias) spartiata* Füsl., welche so der Fruchthülse der Besenpfrieme, an dem die Raupe lebt, ähnlich wird. Gleichfalls nur ausnahmsweise werden die Flügel gehoben, zusammengeklappt wie bei den Tagfaltern getragen, z. B. beim Kiefernspanner.

Die Eier werden meist einzeln abgelegt, doch bilden hierbei gerade einige forstschädliche Arten Ausnahmen, wo wie z. B. beim Kiefernspanner Eizeilen oder bei einem Frostspanner Eiringel vorkommen.

Die Raupen sind ungesellig. Ihr „spannendes" Fortschreiten geschieht so, daß der von den Afterfüßen festgehaltene Körper zunächst lang

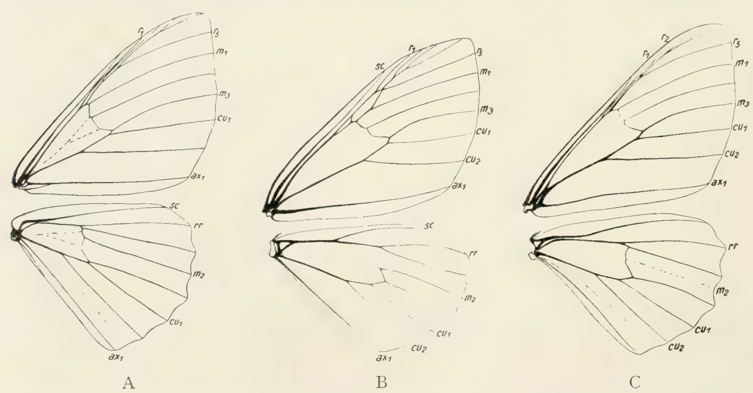


Abb. 404. Flügelgeäder: A einer Geometrine (*Geometra papilionaria* L.), B einer Larentiine (*Larentia variata* Schiff.), C einer Boarmiine (*Boarmia crepuscularia* Schiff.).



Abb. 405. Raupe des Kiefernspanners beim „Spannen“.

vorgestreckt, dann mit den Brustfüßen fixiert wird; jetzt lassen die Afterfüße los, und der Körper wird unter bogenförmiger Krümmung so nachgezogen, daß die Afterfüße dicht hinter den Brustfüßen angreifen können und der Leib eine enge, hohe Schleife bildet (Abb. 405). Nun lassen die Brustfüße wieder los, und der Körper wird wiederum nach vorn gestreckt usf. In der Ruhe, namentlich auch bei Störung, halten sich die meisten Raupen nur mit den Afterfüßen fest und strecken den Körper schräg in die Höhe, so daß sie so bei ihrer unscheinbaren Färbung sehr einem trockenen Zweige gleichen. Viele Spannerraupen sind in Farbe und Zeichnung der Unterlage so ähnlich, daß sie nur schwer zu finden sind. Auswüchse am Körper unterstützen bisweilen die Ähnlichkeit mit Zweigstückchen. Viele spinnen sich bei Beunruhigung an Fäden herab. Auch bei den Formen, die, was allerdings nur selten vorkommt, drei oder vier Afterfußpaare haben, sind die spannenden Bewegungen deutlich, da die vorderen Paare stets verkürzt sind. Die Raupen leben meist äußerlich auf ihren Nährpflanzen. Nur wenige fressen sich in Blütenkätzchen oder Samenkapseln ein. Eigentliche Bohrraupen kommen bei den Spannern nicht vor. Als Nährpflanzen werden die Laubhölzer bevorzugt, namentlich die strauchartigen. Eine Minderzahl ist auf krautartige Pflanzen und Flechten angewiesen; nur verhältnismäßig wenige leben auf Nadelhölzern.

Die Verpuppung erfolgt teils ohne, teils mit Gespinst in der Erde oder oberirdisch in lockeren Gespinsten, selten ganz frei und ohne Schutzhülle.

Die Flugzeit der Spanner fällt durchschnittlich in die warmen Monate, und zwar meist in die Mittsommerzeit. Doch kommen auch viele Ausnahmen vor, wie die Frostspanner, die zu den spätest und frühest im Jahre fliegenden Schmetterlingen gehören.

Viele haben eine doppelte Generation, namentlich die als Puppen überwinternden Arten. Diese fliegen dann einmal im Frühjahr und einmal im Sommer. Nach Werneburg überwintern von den einheimischen Arten 58% als Puppe, 35% als Raupe, 6,5% als Ei und nur 0,5% als Falter.

Die Spanner sind in ca. 10000 Arten über die ganze Welt verbreitet, wovon ca. 700 Arten auf Europa entfallen.

Wirtschaftlich kommen nur wenige Arten in Betracht, doch diese können großen Schaden verursachen, sowohl in der Land- wie in der Forstwirtschaft. Es sei nur an die Frostspanner erinnert, die jahraus, jahrein dem Obstbau schwere Verluste bringen und den Obstfarmer alljährlich zu energischen Abwehrmaßnahmen zwingen, und sodann vor allem an den Kiefernspanner, der unter den forstlichen Großschädlingen eine hervorragende Rolle einnimmt und durch dessen Gradationen schon große Waldkatastrophen verursacht wurden. Die anderen auf unseren Waldbäumen vorkommenden Spanner sind diesem gegenüber forstlich nur von untergeordneter Bedeutung.

In systematischer Beziehung folgen wir hier Spuler, der die Familie der Geometriden auf Grund des Flügelgeäders in 5 Unterfamilien einteilt[1]), wie folgt:

1. Hinterflügel mit gut ausgebildeter m_2 2
— Hinterflügel mit rückgebildeter m_2 (Abb. 404 C) . . . . *Boarmiinae*
2. m_2 der Hinterflügel entspringt aus der Mitte des Querastes. . 3
— m_2 der Hinterflügel entspringt viel näher an Ader m_1 als an m_3 (Abb. 404 A) . . . . *Geometrinae*
3. *sc* der Hinterflügel anastomisiert mit *rr* 4
— sc der Hinterflügel ist mit rr nahe der Basis durch einen kurzen Querast verbunden . . . . *Orthostixinae*
4. sc der Hinterflügel entfernt sich nach der Anastomose sofort weiter von *rr* . . . . *Acidaliinae*
— *sc* der Hinterflügel ist wenigstens bis zur Zellenmitte mit *rr* verbunden (Abb. 404 B) . . . . *Larentiinae*

Die meisten der wirtschaftlich in Betracht kommenden oder der hier genannten Arten gehören den Larentiinen und Boarmiinen an, nur wenige den Geometrinen und Acidaliinen, während die Orthostixinen für uns ganz ausscheiden.

Übersicht der hier genannten Arten in systematischer Reihenfolge.

Geometrinae.

Geometra papilionaria L. Großer Birkenspanner. Laubh.

Larentiinae.

Cheimatobia (Operophthera) boreata Hb. Buchenfrostspanner. Laubh.
— — *brumata* L. Gemeiner Frostspanner. Laubh.
Larentia variata Schiff. Nadelh.
— *v. obeliscata* Hb. Nadelh.
— *juniperata* L. Nadelh.
— *cognata* Thunb. Nadelh.
— *hastata* L. Laubh.
— *dilutata* Bkh. Laubh.
Eupithecia (Tephroclystia) abietaria Goeze. Nadelh.
— — *strobilata* Hb. Nadelh.
— — *lariciata* Freyer. Nadelh.
— — *pusillata* Schiff. Nadelh.
— — *indigata* Hb. Nadelh.
— — *lanceata* Hb. Nadelh.

Acidaliinae.

Ephyra (Codonia) pendularia Cl. Laubh.
— — *punctaria* L. Laubh.

Boarmiinae.

Abraxas grossulariata L. Stachelbeerspanner. Laubh.
— *sylvata* Scop. Laubh.
Deilinia pusaria L. Laubh.

---

[1]) Die Spanner werden von Linné, bei dem sie eine Abteilung seiner Riesengattung „Phalaena" bilden, in zwei Abteilungen gebracht, je nachdem die Fühler der Männchen doppelt gekämmt sind oder nicht. Er bezeichnete diese Gruppen aber nicht durch besondere Namen, sondern gab den Artnamen der Gruppe mit gekämmten Fühlern die Endung *-aria*, denen der Gruppe mit einfachen Fühlern, die Endung *-ata*. Diese Regel ist aber in der Folge vielfach unbeachtet geblieben.

Ellopia prosapiaria L. Nadelh.
— *v. prasinaria* Hb. Nadelh.
Metrocampa margaritata L. Laubh.
— *honoraria* Schiff. Laubh.
Ennomos quercinaria Hfn. Laubh.
— *alniaria* L. Laubh.
— *erosaria* Hb. Laubh.
— *quercaria* Hb. Laubh.
Selenia bilunaria Esp. Laubh.
— *lunaria* Schiff. Laubh.
— *tetralunaria* Hfn. Laubh.
Gonodontis bidentata Cl. Laubh. und Nadelh.
Himera pennaria L. Hagebuchenspanner. Laubh.
Semiothisa liturata Cl. Veilgrauer Kiefernspanner. Nadelh.
— *notata* L. Laubh.
— *alternaria* Hb. Laubh. und Nadelh. (?).
— *signaria* Hb. Nadelh.
Hibernia defoliaria Cl. Großer Frostspanner. Laubh.
— *aurantiaria* Esp. Orangegelber Frostspanner. Laubh.
— *bajaria* Schiff. Laubh.
— *marginaria* Bkh. Laubh.
— *leucophaearia* Schiff. Laubh.
Anisopteryx aescularia Schiff. Roßkastanien-Winterspanner. Laubh.
— *aceraria* Schiff. Laubh.
Phigalia pedaria F. Laubh.
Biston hirtarius Cl. Laubh.
— *pomonarius* Hb. Laubh.
Amphidasis betularia L. Laubh.
Boarmia ribeata Cl. Nadelh. und Laubh.
— *crepuscularia* Schiff. Laubh. und Nadelh.
— *secundaria* Schiff. Nadelh.
— *consortaria* F. Laubh.
Hematurga atomaria L. Heidekrautspanner. Heidekraut.
Bupalus piniarius L. Gemeiner Kiefernspanner. Nadelh.

Übersicht der hier genannten Spanner nach ihrem Vorkommen.

An Nadelholz.

An Nadeln.

Bupalus piniarius L. (S. 463). Kiefer (Fichte, Wacholder usw.).
Ellopia prosapiaria L. (S. 570). Kiefer, Fichte (Tanne, Wacholder).
Semiothisa liturata Cl. (S. 575). Kiefer.
Larentia variata Schiff. (S. 582). Fichte, Kiefer.
— var. *obeliscata* Hb. (S. 582). Fichte, Kiefer.
— *juniperata* L. (S. 582). Wacholder, Kiefer (Tanne).
— *cognata* Thunb. (S. 582). Wacholder.
Eupithecia lariciata Freyer. (S. 583). Lärche, Wacholder.
— *pusillata* Schiff. (S. 583). Fichte, Lärche und an anderen Koniferen.
— *indigata* Hb. (S. 583). Kiefer, Lärche.
— *lanceata* Hb. (S. 583). Fichte, Tanne, Lärche.
Semiothisa signaria Hb. (S. 583). Fichte u. and.
Boarmia secundaria Esp. (S. 583). Fichte, Wacholder.
— *ribeata* Cl. (S. 583). Fichte, Tanne (auch auf Laubholz).
— *crepuscularia* Schiff. (S. 583). Gelegentlich am Nadelholz (Kiefer, Fichte, Tanne), sonst Laubholztier.
— *consortaria* F. (S. 583). Wie die vorige.

In Zapfen.

Eupithecia abietaria Goeze (S. 577). Fichte.
— *strobilata* Hb. (S. 577). Fichte.

An Laubholz.

Cheimatobia brumata L. (S. 589). Fast alle Laubholzarten.
— *boreata* Hb. (S. 589). Buche, Birke.
Hibernia defoliaria L. (L. 597). An den meisten Laubholzarten.
— *aurantiaria* Esp. (S. 597). Birke.
— *marginaria* Bkh. (S. 597). Eiche, Birke, Pappel.
— *bajaria* Schiff. (S. 597). Liguster, Weißdorn, Schlehe.
— *leucophaearia* Schiff. (S. 597). Eiche und Espe.
Anisopteryx aescularia Schiff. (S. 597). Polyphag an Laubholz.
— *aceraria* Schiff. (S. 599). An verschiedenen Laubhölzern.
Phigalia pedaria F. (S. 599). Wie der vorige.
Larentia dilutata Bkh. (S. 599). Birke.
— *hastata* L. (S. 607). Birke.
Deilinia pusaria L. (S. 601). Birke, Erle, Weide, Buche, Eiche, Aspe.
Ennomos quercinaria Hfn. (S. 602). Buche, Linde, Hainbuche, Salweide, Obstbäume.
— *alniaria* L. (S. 603). Birke, Linde, Weide.
— *erosaria* Hb. (S. 603). Birke, Eiche, Linde, Buche.
— *quercaria* Hb. (S. 603). Eiche.
Selenia bilunaria Esp. (S. 603). Erle, Weide, Linde.
— *lunaria* Schiff. (S. 603). Schlehe, Linde.
— *tetralunaria* Hfn. (S. 603). Hasel, Erle, Eiche, Birke u. and.
Gonodontis bidentata Cl. (S. 603). Pappel, Schlehe, Eiche, Erle.
Himeria pennaria L. (S. 603). Polyphag an Laubholz.
Biston hirtarius Cl. (S. 604). Eiche, Ulme, Weide, Pappel, Obstbäume.
— *pomonarius* Hb. (S. 605). Eiche, Obstbäume.
Amphidasis betularia L. (S. 606). Polyphag auf zahlreichen Laubhölzern.
Metrocampa margaritata L. (S. 607). Eiche und Buche.
Semiothisa notata L. (S. 607). Birke.
Boarmia crepuscularia Schiff. (S. 607). Polyphag an Laub- und Nadelholz.
— *ribeata* Cl. (S. 607). Wie der vorige.
Ephyra (Codonia) pendularia Cl. (S. 607). Birke, Erle, Eiche.
— *punctaria* L. (S. 607). Eiche.
Geometra papilionaria L. (S. 607). Birke, Erle, Buche, Hasel.
Abraxas grossulariata L. (S. 607). Stachelbeere, Traubenkirsche.
— *sylvata* Scop. (S. 608). Ulme.

Von den hier angeführten 53 Arten kommt nur wenigen (im ganzen 10) forstlich eine größere oder geringere Bedeutung zu, während die übrigen nur ganz gelegentlich einmal durch einen stärkeren Fraß sich bemerkbar machen oder nur als Begleiterscheinungen beachtenswert sind. Ich habe mich bei Auswahl der wirtschaftlich unbedeutenden Spanner, die in der Hauptsache Laubholztiere sind, vor allem an Ratzeburg angelehnt. Die Liste der auf forstlichen Laubbäumen vereinzelt vorkommenden Spanner hätte noch wesentlich vergrößert werden können; doch gehört dies nicht zu den Aufgaben eines forstentomologischen Lehrbuches.

Der folgenden Besprechung soll die Einteilung in: **Nadelholz-** und **Laubholz-Spanner** zugrunde gelegt werden. Wenn es auch einige Arten gibt, die von Laubholz auch auf Nadelholz übergehen können, so sind dies Ausnahmen. Die wirtschaftlich wirklich bedeutsamen Arten sind entweder ausgesprochene Nadelholz- oder ausgesprochene Laubholztiere.

A. Nadelholz-Spanner.

Hier kommt vor allem eine Art als Großschädling in Betracht: der **Kiefernspanner** ***(Bupalus piniarius*** **L.)**, dem auch weitaus der meiste Raum in dem Spannerkapitel gewidmet ist. In Gesellschaft mit ihm treten bisweilen noch einige andere Spanner in den Kiefernwäldern auf, wie *Ellopia prosapiaria* L. und *Semiothisa liturata* Cl., die aber bei weitem nicht jene Bedeutung erlangen. Gegen den Kiefernspanner treten die verschiedenen anderen in Nadelwäldern noch anzutreffenden Arten in wirtschaftlicher Beziehung ganz in den Hintergrund. Höchstens machen sich noch die beiden Zapfenverderber, *Eupithecia abietaria* Goeze und *strobilata* Hb., auf die erst in den letzten Jahren durch den Schweden Spessivtseff unsere Aufmerksamkeit gelenkt wurde, bisweilen als recht schädlich bemerkbar. Endlich ist noch der Heidekrautspanner, *Hematurga atomaria* L., zu nennen, der indirekt, als Parasitenquelle, eine nicht zu unterschätzende Rolle im nützlichen Sinne spielt.

Bupalus piniarius L.

Taf. VI, Taf. VIII, 1—12, Taf. IX, Fig. 26.

Der gemeine Kiefernspanner.

Ratzeburg: *Phalaena, Geometra (Fidonia) piniaria* L. — Nitsche: *Geometra (Bupalus, Fidonia) piniaria* L. — Altum: *Fidonia piniaria* L. — Nüßlin-Rhumbler: *Geometra (Bupalus) piniaria* L. — Wolff-Krauße: *Bupalus piniarius* L.

Beschreibung.

Die Gattung.

Die Gattung *Bupalus* Leach gehört zu den Boarmiinen, die hauptsächlich durch die Rückbildung der Ader m_2 der Hinterflügel charakterisiert sind (Abb. 406). Eine besondere Eigentümlichkeit besteht darin, daß das ♂ an den Vorderflügeln, und zwar auf der Unterseite dicht an der Flügelwurzel, eine nackte Basalgrube besitzt, die zuweilen etwas von der Behaarung der Flügelwurzel bedeckt wird[1]); sie teilt dieses Merkmal allerdings noch mit einigen anderen Gattungen der Boarmiinen (wie z. B. mit *Fidonia* Tr.)[2]).

Außerdem seien noch folgende Gattungsmerkmale für *Bupalus* angegeben: Fühler des ♂ mit federartig ausgebreiteten Kammzähnen, jene des ♀ borstenförmig. Körper, Beine und Palpen anliegend beschuppt, letztere ungemein kurz und schwach. Rüssel normal. Hinterschiene mit 2 Paar

---

1) Über die Bedeutung der Basalgrube sagt Wolff: „Diese kahle Basalgrube, deren biologische Bedeutung (falls ihr eine solche überhaupt zukommt), noch ganz unklar ist, haben auch die *Fidonia*-Arten. Man könnte daran denken, daß die erwähnte kahle Grube eine Beziehung zu der beim Kiefernspanner wohlausgebildeten Haftborste hätte, indem dieses Organ des Hinterflügelvorderrandes sich dieser Grube anschmiegen könnte. Es ist aber nicht einzusehen, weshalb nur bei der Gattung *Fidonia* und *Bupalus* diese Gabe entstanden ist und nicht auch bei der großen Zahl der übrigen Spanner, bei denen wir nur relativ selten diese Haftborste vermissen.“ Darum hält es Wolff nicht für wahrscheinlich, daß die Grube bloß und in erster Linie die mechanische Bedeutung haben sollte, der besseren Verankerung der Haftborste zu dienen.“

2) *Fidonia* Tr. ist nicht synonym mit *Bupalus*, sondern stellt eine eigene Gattung dar, die sich unter anderen durch folgende Merkmale von *Bupalus* unterscheidet: die Fühler des ♂ mit kurzen Kammzähnen, beim ♀ schwach sägeförmig. Die spitzen Palpen grobborstig, hängend, in Kopfeslänge vorstehend, Rüssel kräftig.

Sporne. Über das Flügelgeäder bringt Wolff (S. 14) eine sehr eingehende Schilderung, die ich hier wiedergebe:

„Vorderflügel (Abb 406): Ader *sc* weit hinter dessen Mitte, am Anfang des äußeren Drittels des Vorderrandes mündend. Ein kurzer Schrägast, der aus der Verästelung des zweiten Aderstammes abbiegt, tritt dicht vor dem Eintritt von *sc* in den Vorderrand in diese ein und vertritt (ganz wie bei der Gattung *Hematurga* L.) den fehlenden 1. Ast des *r*-Aderstammes. Vorher, etwa der Mitte des Vorderrandes gegenüber, eine ziemlich breite Verschmelzung von *sc* und dem Stamm von $r_2 + r_3 + r_4$. Diese Verhältnisse sind jedoch sehr variabel. Die Ader r_2 durch einen kurzen Schrägast mit r_5 verbunden. r_3 und r_4 mit langem Stiel aus r_2 entspringend." „Die Ader m_1 durch einen Schrägstrich mit r_5 verbunden. Die Stammader *m* rudimentär. Aus der Hauptader *cu* entspringt der cu_1 sehr nahe m_3, mit dem er durch einen kurzen Schrägast verbunden ist, cu_2 zeigt keine Besonderheiten." Die Ader *an* ist, wie bei allen Spannern, rudimentär, ax_1 ist gut ausgebildet, ax_2 dagegen fast ganz rudimentär."

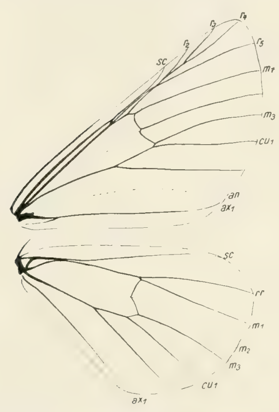


Abb. 406. Flügelgeäder von *Bupalus piniarius* L. ♂.

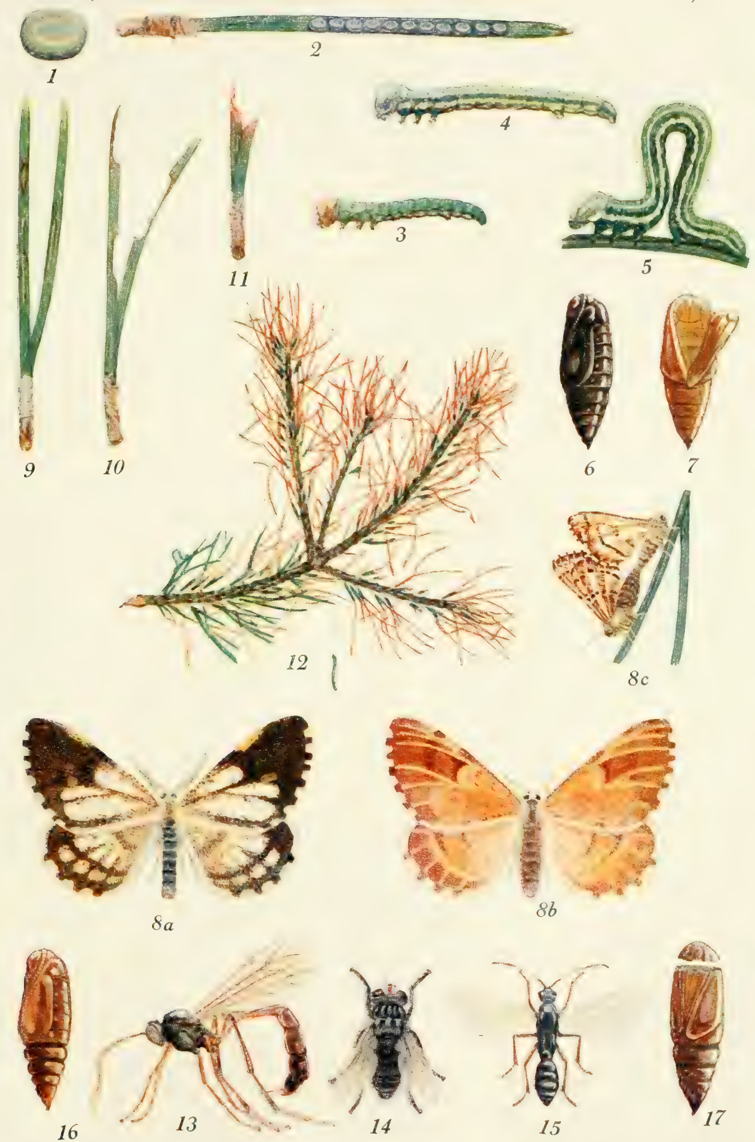
Hinterflügel: Die Ader *sc* nimmt dicht an ihrem Ursprung aus der Flügelwurzel den 1. Ast der gegabelt entspringenden *r*-Hauptader auf." „Der andere Ast des *r*-Hauptstammes nähert sich unweit davon der Ader *sc* bis zur scheinbaren Berührung, jedoch nur auf eine kurze Strecke (Gegensatz zu *Hematurga atomaria*). Jenseits der Querader entspringt (am ausgebildeten Flügel) aus der *r*-Hauptader m_1. Der *m*-Hauptstamm und die als in seiner Verlängerung laufend zu denkende m_2 sind nur als eine Falte angedeutet. Ader m_3 liegt dieser Falte näher als diese der Ader m_1. Die cu_1 und cu_2 ohne Besonderheiten; *an* sowie die kürzere Innenrandader ax_2 fehlen. Ihr Verlauf wird durch die Trachee, die erhalten geblieben ist, angedeutet."

Die Art.

Taf. VI, 8 u. Taf. VIII, 1—12.

Falter. Auffallender Geschlechtsdimorphismus in Färbung und Fühlerbildung.

Männchen: Oberseite der Flügel schwarzbraun mit hellen weißen oder weißlich gelben Flecken. Auf den Vorderflügeln ist hell außer den kleinen Fransenflecken am Außenrand vor allem der Wurzelteil, wo sich ein großer weißlichgelber, annähernd dreieckiger Fleck befindet. Dieser ist vom Vorderrand durch einen schmalen, vom Hinterrand durch einen breiteren dunklen Saum getrennt, außerdem durchzogen von dunklen Adern, die ihn in mehrere Teile zerlegen. Die Hinterflügel zeigen einen ganz ähnlichen Färbungs- und Zeichnungscharakter. Nur ist der helle Wurzelteil außer von den dunkel gefärbten Adern auch noch von ganz dunklen Querlinien durchzogen, so daß die helle Farbe weit mehr verändert ist als auf den Vorderflügeln. Die Unterseite ist ähnlich gezeichnet, nur ist die dunkle Färbung mehr braun als schwarz, ferner sind die Spitzen der Flügel mehr oder weniger hell beschuppt. Flügelspanne 30—38 mm. Fühler lang, doppelt gekämmt, dunkel. Brust und Leib schmal, dunkel und hell gemischt.



Der Kiefernspanner und seine Bionomie

1 Ei. 2 Eizelle an einer Kiefernnadel. 3 Eiräupchen. 4 Raupe im dritten Stadium. 5 Raupe im fünften Stadium, spannend. 6 Puppe. 7 Puppenhülle, vom Falter verlassen. 8a Männchen, 8b Weibchen und 8c Pärchen in Kopula. 9 Fraß der Eiraupe (Rinnenfraß). 10 Fraß des dritten bis fünften Raupenstadiums (Schartenfraß). 11 Nadelstumpf bei Kahlfraß. 12 Stark befressener Kiefernzweig. 13 Die Schlupfwespe Heteropelma calcator *Wesm.* 14 Die Raupenfliege Lydella nigripes *Fall.* 15 Die Schlupfwespe Ichneumon nigritarius *Grav.*, Hauptparasit des Kiefernspanners. 16 Von einem Parasiten befallene Kiefernspannerpuppe. 17 Puppe vom Parasiten verlassen, mit abgehobenem Deckelchen.

(Nach der Tafel: Der Kiefernspanner. Von Escherich und Eidmann

Weibchen: Färbung ein dunkleres und helles Rostbraun. Die helleren Töne entsprechen ungefähr der weißlich gelben Zeichnung beim ♂, und die dunkleren Töne der dunklen Zeichnung, doch tritt letztere mehr zurück, die Abgrenzungen der Zeichnung sind weniger scharf, so daß die Oberseite im allgemeinen rötlich braun erscheint, mit Ausnahme der Fransen, die auch hier dunkel und weiß gefleckt sind. Auf der Unterseite zeigen die Vorderflügel die gleiche verwaschene rötlichbraune Zeichnung wie auf der Oberseite, während die Hinterflügel denen der ♂ in Färbung und Zeichnung annähernd gleich sind. Flügelspanne 32—40 mm. Fühler borstenförmig, gelbbraun, Brust und Leib etwas stärker und heller.



Abb. 407. Stück einer Kiefernnadel mit Eiern und frisch geschlüpften Eiräupchen von *Bupalus piniarius* L.

Färbung und Zeichnung ist in beiden Geschlechtern, vor allem aber beim ♂, ungemein variabel, was zur Aufstellung zahlreicher Aberrationen geführt hat. Letztere beruhen einmal in der verschiedenen Tönung der hellen Farbe (weiß, gelblich, bräunlich) und sodann in der verschiedenen Verteilung der dunklen und hellen Färbung, die einerseits zur fast völligen oder völligen Verdrängung der hellen Färbung (ab. *nigricaria* Backh.), andererseits zur starken Ausdehnung derselben führen kann (ab. *albidaria* Dziurz.). Eine ausführliche Darstellung der europäischen Formen des Kiefernspanners gibt Dziurzynski (1912), der 17 Varietäten beschreibt und abbildet (s. Wolff, 1913, Taf. I).

Verschiedentlich sind auch Zwitter beschrieben, die auf der einen Seite Fühler und Flügelzeichnung des ♂, auf der anderen die entsprechenden Charaktere des ♀ zeigen, was bei dem großen Geschlechtsdimorphismus sehr auffallende Formen ergibt (vgl. Wolff, 1913).

Ei (Taf. VI, Fig. 1. u. 2). Hellspangrün gefärbt, ohne auffallende Skulptur. Oval geformt (Größe $1 : {}^1/_2 : {}^1/_4$ mm), auf der Oberseite dallenförmig eingedrückt. Die

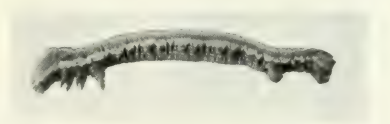


Abb. 408 A. Raupe, Zweihäuter, von *Bupalus piniarius* L.

Eier werden zeilenförmig aneinandergereiht, und zwar so, daß ihre längste Achse der Längsachse der Nadel parallel läuft (Abb. 407). Über die Veränderung des Eies während der Embryonalentwicklung s. unten S. 477.

Raupe (Taf. VI, Fig. 3—5). Das frisch geschlüpfte Eiräupchen ist 3—4 mm lang, ungleichmäßig hellspangrün gefärbt. Die beiden Bauchfußpaare fallen durch ihre kräftige Entwicklung auf (Abb. 407). Mit dem weiteren Wachstum geht die Farbe mehr in ein gelbliches oder gräuliches Grün über, während die charakteristische Längszeichnung immer deutlicher wird. K. Eckstein (1893) liefert eine sehr gute Beschreibung einer nahezu ausgewachsenen (26 mm langen) Raupe. „Die Raupe ist

blaugrün (genauer graugrün mit grauer Schlangenzeichnung, Nachschieber etwas gelblich grün). Der Kopf flach, wird mit dem Untergesicht vorgestreckt, also sehr flach getragen, blaugrün mit drei breiten blaßweißen Streifen, die sich auf den Körper fortsetzen (Abb. 408 A), der mittlere wird auf dem etwas festeren, hornigen ersten Segment leuchtend weiß, etwas später matter, bekommt einen Stich ins Gelbliche und wird nach hinten immer mehr gelblichweiß, er verjüngt sich auf der Nachschieberplatte. Die beiden seitlichen Rückenstreifen sind sehr schmal gelblichweiß und verlieren sich dicht vor dem Nachschieber; zu beiden Seiten eines jeden dieser Nachschieber hat die Haut einen blauen Anflug. Stigmen rot; darunter eine breite gelbe Binde. Diese vor den Augen intensiv beginnende, dann blasse Binde setzt am ersten Brustsegment mit leuchtender Farbe ein, ist auf den Brustsegmenten nach Falten getrennt gelb oder weiß, am Abdomen gelb, und setzt sich auf die Nachschieber fort; Beine grün; Krallen der Brustbeine braun. Unterseite weißlich grüngrau mit drei gelben Längsstreifen. Körper einzeln behaart, z. B. jedes Abdominalsegment auf dem Rücken mit 4, über dem Stigma mit 1 und unterseits mit etwa 6 schwarzen Börstchen; Kopf, Brust, Nachschieber und Beine ebenfalls behaart. Die ruhende Raupe legt die Haut in der hinteren Hälfte der Segmente in unregelmäßige Falten."

Das auffallendste Merkmal der Kiefernspannerraupe ist das Übergreifen der Längsstreifen auf den Kopf, wodurch eine Unterscheidung von der jungen Kieferneulenraupe ohne weiteres gegeben ist (Abb. 408 B u. C).



Abb. 408 B. Raupe von *Bupalus piniarius* L. am Kiefernzweig. Man beachte, daß hier die Streifenzeichnung auf den Kopf übergreift, im Gegensatz zu der daneben abgebildeten Eulenraupe Nach Seiff.

Der Kot (Abb. 409) ist klein und eckig, jedes einzelne Klümpchen aus noch deutlich erkennbaren, fast unveränderten kurzen Nadelabbissen unregelmäßig zusammengesetzt.

Puppe. Die Größe der Spannerpuppe schwankt sehr stark, zwischen 11 und 15 mm (ohne Aftergriffel gemessen). Die Mehrzahl mißt 11--12 mm, unter 10 mm lange sind zu den Kümmerformen zu rechnen. Die weiblichen Puppen sind meist deutlich größer als die männlichen. Die Geschlechter lassen sich außerdem noch dadurch unterscheiden, daß die Fühlerscheiden beim ♂ breiter sind als beim ♀ und vor allem an der abweichenden Lage der Geschlechtsöffnung: beim ♂ stellt dieselbe, resp. die sie markierende Skulptur, einen kürzeren, auf einem mehr oder weniger deutlichen Wulst liegenden Spalt dar, der etwa in der Mitte zwischen Segmentgrenze 7/8 und der Afteröffnung sich befindet, beim ♀ ist der Spalt viel länger und liegt viel näher an der Segmentgrenze 7/8 und dementsprechend weiter von der Afteröffnung entfernt (Abb. 410).

Die Form der Puppe ist ge-

drungen, in der Mitte am breitesten, nach dem Kopf etwas schmäler, Hinterleib konisch zulaufend. Aftergriffel kurz, plump, stumpf kegelförmig, der glatte Endteil kürzer als die grob skulptierte Basis (Abb. 411 B). Flügelscheiden bis über die Mitte des Körpers reichend, ziemlich deutlich gerippt. Fühlerscheiden deutlich gegliedert, beim ♂ breiter als beim ♀, nicht ganz bis zur Spitze der dicht zusammenstoßenden Flügel reichend. Das 2. Fußpaar überall der Rüsselscheide dicht anliegend, ohne sichtbare Hüften. Scheitel gerundet. Halsschild mit einer mehr oder weniger deutlichen Mittelleiste, vorne mit 6 Härchen.

Färbung anfangs durchgehends grün; später beschränkt sich die grüne Färbung (meist etwas dunkler) mehr und mehr auf die Flügelscheiden.

Differentialdiagnostisch sind noch einige andere Spannerpuppen zu berücksichtigen, die bisweilen ebenfalls in größerer Zahl im Kiefernwald auftreten können und dann zu Verwechslungen mit der Kiefernspannerpuppe Anlaß geben können.



Abb. 408 C. Kieferneulenraupen. Die Längsstreifen greifen nicht auf den Kopf über. Nach Seiff.

In erster Linie kommt in dieser Beziehung der Heidekrautspanner, *Hematurga atomaria* L. in Betracht. Bei der letzten oberpfälzischen Kalamität wurde uns derselbe massenweise zusammen mit Kiefernspannerpuppen zugesandt und von den Forstbeamten auch als solche bewertet, was mitunter zu unnötiger Besorgnis Veranlassung gegeben hat.

Die Unterscheidung der beiden ist nicht schwer: Abgesehen davon, daß *Hematurga*-Puppen durchschnittlich kleiner, nämlich 8—12 mm, sind (was aber bei den starken Größenschwankungen der *Bupalus*-Puppe nicht viel zu sagen hat), weichen sie in der Gestalt des Aftergriffels wesentlich voneinander ab. Während der glatte Endteil des Kremasters von *Bupalus*, wie eben erwähnt, kurz und stumpf ist, ist derselbe bei der *Hematurga*-Puppe lang, dünn, mehr dornförmig und am Ende gespalten. Außerdem besitzt der rauhe Basalteil eine viel geringere Ausdehnung



Abb. 409. Raupenkot von *Bupalus piniarius* L.

(er beträgt etwa $^1/_5$ des glatten Teils), so daß auch in solchen Fällen, in denen der lange Kremaster abgebrochen ist, eine sichere Erkennung der *Hematurga*-Puppe möglich ist. Eidmann (1925) bringt eine sehr instruktive Abbildung dieser Unterschiede, die ich hier wiedergebe (Abb. 411).

Neben dem Heidekrautspanner werden nicht selten noch die Puppen von anderen Spannerarten neben den *Bupalus*-Puppen gefunden, wie *Ellopia prosapiaria* L.,

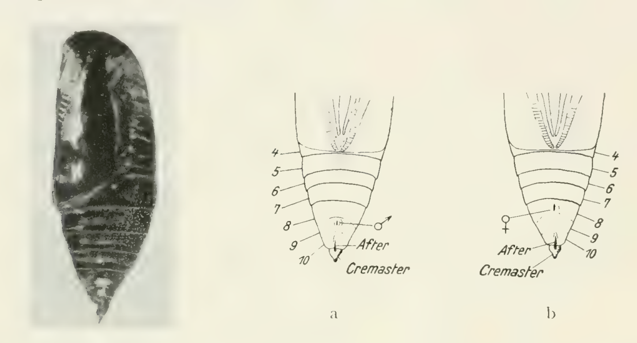


Abb. 410. A Puppe von *Bupalus piniarius* L. B Hinterhälfte (Ventralseite) der Puppe von *Bup. piniarius* L., *a* männlich, *b* weiblich. Nach Eidmann.

Semiothisa liturata Cl. (blaugrauer Kiefernspanner) oder *Boarmia crepuscularia* Schiff. Diese sind durch ihre braune oder rotbraune Farbe und ebenfalls durch die Kremasterform zu unterscheiden (Kremaster bei *liturata:* höckerig mit stumpfgabliger Spitze, bei *crepuscularia:* kegelförmig,gabelspitzig).



Abb. 411. Abdominalgriffel der Puppe von: A *Hematurga atomaria* L. (Heidekrautspanner), B *Bupalus piniarius* L. Nach Eidmann.

Über das Aussehen der parasitierten oder verpilzten Kiefernspannerpuppen siehe unten S. 537 und 551.

Bionomie.

Fortpflanzung.

Das Schlüpfen der Falter. Nach Schwerdtfeger (1930) vollzieht sich das Schlüpfen des Falters ziemlich unabhängig von der herrschenden Temperatur und auch von der Niederschlagsmenge, wie aus beistehender Kurve (Abb. 412) zu ersehen ist[1]). Dieselbe zeigt gleichzeitig, daß die

[1]) Allerdings hat es bei der Betrachtung derselben zunächst den Anschein, als ob der jähe Absturz, der nach dem Höhepunkt der Kurve folgt, im Zusammenhang

Schlüpfkurve von Männchen und Weibchen sich verschieden verhält: Bei den Männchen, die auch früher erscheinen, steigt die Kurve nach einiger Zeit schwächeren Schlüpfens plötzlich stark an, bleibt einige Zeit auf der erlangten Höhe, um ebenso plötzlich wieder abzufallen, während die Schwankungen beim Weibchen bei weitem nicht so groß sind und das Schlüpfen also viel gleichmäßiger erfolgt[2]).

Falterflug. Die Flugzeit des Spanners ist von auffallend langer Dauer. Sie beginnt gewöhnlich im Mai — vereinzelte Falter fliegen (bei entsprechender Witterung) schon im April — erreicht im Juni den Höhepunkt, dauert bis tief in den Juli hinein, um im August zu enden, mitunter kann man sogar noch im September die letzten Falter beobachten.

Hier spielen die Witterungsverhältnisse eine bestimmende Rolle, worauf alle Autoren hinweisen. In der neueren Zeit wurden diese Zusammenhänge von M. Wolff (1912) und besonders eingehend von F. Eckstein (1923) behandelt. Natürlich ist für den Flugtermin der Beginn und die Dauer des Puppenstadiums von ausschlaggebender Bedeutung. Ratzeburg führt das außerordentliche Schwanken des Flugtermins auf die frühere oder spätere Beendigung des Fraßes und auf die Verschiebungen der Verpuppung im vorhergehenden Herbst zurück. Nach Wolff (1912) ist es vor allem „die intensivere oder geringere Durchwärmung der Puppen im Winterlager", durch die die Schwärmzeit beeinflußt wird. „Böden mit geringer Schneedecke tauen früher auf, werden im Frühjahr intensiver durchwärmt als solche mit stärkerer Schneedecke. Auch die Schwankungen in der Bestandesdichte wirken in diesem Sinne. So berichtet die Oberförsterei Rehberg: „In lichten Beständen, wo die Schneedecke entfernt war, flog der Spanner zuerst, es folgten die beharkten dichteren Abteilungen, später zeigte sich der Flug auf den nicht beharkten Flächen, und zwar hiervon besonders spät in Beständen mit dichtem Wacholderunterwuchs. Zuletzt flog der Spanner in dichten jungen Stangenorten" (Wolff).

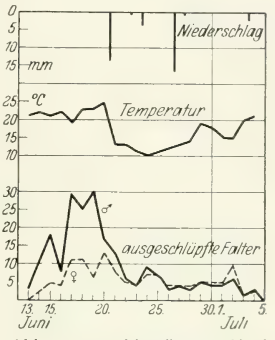


Abb. 412. Schlüpfkurve. Nach Schwerdtfeger.

Auch kaltes, regnerisches Wetter kann den Beginn der Flugzeit hinausschieben, indem dadurch die ausgeschlüpften Falter am Flug verhindert werden. Der Falter scheint überhaupt recht empfindlich gegen Witterungseinflüsse zu sein, indem plötzlich eintretende niedere Temperaturen während der Flugzeit das Schwärmen unterbrechen, ja zuweilen sogar coupieren können. Ebenso schwarmunterbrechend können starke Regengüsse wirken. Nach zahlreichen Berichten sind verschiedentlich durch starke Gewitterregen große Faltermengen vernichtet worden, so daß das Schwärmen

stünde mit dem Abfall der Temperatur. Das ist jedoch nicht der Fall, denn die Abnahme im Ausschlüpfen beginnt schon am 20. Juni, während die Temperatur am gleichen Tage noch steigt und erst am 21. erheblich sinkt.

[2]) Die hier angegebene Temperaturkurve bezieht sich nicht auf die Bodentemperaturen, worauf ich besonders hinweisen möchte im Hinblick auf die unten angegebene Schlüpfkurve der Eule.

aufhörte und Kalamitäten ihr vorzeitiges Ende fanden. So erklärt auch Trägårdh (1919b) die geringe Eizahl nach vorhergegangenen ungeheuren Schwärmen im Jahre 1916 damit, daß während der Schwärmzeit mehrere Wolkenbrüche (bei einem einzigen Schauer fielen 62 mm Regen) niedergegangen sind, durch die die Falter massenhaft getötet wurden.

Allerdings sind solche Fälle nicht die Regel, und es wäre ein schwerer Fehler, wenn der Praktiker sich auf die Hilfe derartiger Naturereignisse verlassen wollte. Es gibt mindestens ebenso viele Berichte, die ein Weitergehen der Kalamität trotz heftigster Gewitterregen während der Flugzeit melden. (F. Eckstein, 1923, S. 266.) „Die Falter, die durch Regen heruntergeschlagen worden waren und in großer Zahl scheinbar als tote Tiere den Boden bedeckten, haben sich nach einiger Zeit wieder erholt" — oder „trotz fortwährender heftiger Gewitterregen und trotzdem diese starke Verheerungen unter den schwärmenden Faltern angerichtet zu haben schienen, haben die nachfolgenden Untersuchungen einen überaus starken Eibelag ergeben". Solche und ähnliche Bemerkungen kann man immer wieder in der Literatur oder den Akten finden.

Jucht (l. c.) berichtet hierüber folgendes:

„Am 30. Mai, 2. und 3. Juni 1913 gingen abends heftige Gewitter- und Platzregen über den Forst; die Hoffnung, sie möchten den Faltern geschadet haben, hat sich nicht erfüllt. Am sonnigen Vormittag des 4. Juni (10—12 Uhr) schwärmte der Falter ungewöhnlich stark."

„Beschädigte Falter wurden in bemerkenswerter Anzahl nicht gefunden. Es mag sein, daß auf baumkronenfreien, ungeschützten Wegflächen Schmetterlinge durch den Niederprall starker Regengüsse zu Boden gequetscht werden. Im Innern der Bestände aber schwächt das Kronendach und etwa vorhandener Unterwuchs die Wucht des Regens zu sehr ab, als daß die Schmetterlinge auf weichem Streupolster oder gar in schützendem Beerenkraut- oder Heidewuchs in Massen vernichtet würden. Zudem ist der Schmetterling sehr zählebig. Er erholt sich selbst von starken Quetschungen des Thorax wieder."

„Vom 6. Juni 1913 abends 10 Uhr bis zum Abend des nächsten Tages regnete es im Dürrnbucher Forst unaufhörlich. Die Falter krochen am Boden umher, nahmen aber keinen sichtlichen Schaden."

„Am 14. Juni 1914 trat zur Hauptflugstunde, etwa 3 Uhr nachmittags, ein starker Gewitterregen ein. Große Mengen von Faltern wurden zu Boden gedrückt, ein Teil kam in Pfützen um. Es wurden jedoch 99% Männchen und nur 1% Weibchen gezählt."

Der Kiefernspanner ist ausgesprochen protandrisch, d. h. zuerst erscheinen die ♂♂, die also das Schwärmen einleiten; erst einige Tage später die ♀♀, anfangs vereinzelt, dann allmählich immer mehr an Zahl zunehmend, doch in der Regel die Zahl der ♂♂ nicht erreichend. Das Verhältnis der beiden Geschlechter scheint stark zu schwanken, wenigstens lauten die Angaben der verschiedenen Autoren sehr ungleich: Nach Bernas wurden aus 200 Puppen nur 18 weibliche und 182 männliche Falter gezogen, des weiteren aus 7 Proben von je 100 Puppen durchschnittlich 23% ♀♀; Wolff beobachtete 60—70% ♂♂; nach F. Eckstein und Nitsche (1896) ergaben verschiedene Zuchten ein annähernd gleiches Zahlenverhältnis (43 ♂♂ und 40 ♀♀, oder 37 ♂♂ und 32 ♀♀ usw.). Nach Schwerdtfeger (1930) betrug das Zahlenverhältnis von ♂♂ zu ♀♀ 36:37.

Der Spanner ist ein Tagtier, sein Hauptflug fällt in die Vormittagsstunden zwischen 9—11 Uhr; auch nachmittags zwischen 2 und 6 Uhr kann

man oft wieder zahlreiche Falter schwärmen sehen. Nach Jucht (1925) dauert die Flugzeit täglich gewöhnlich etwa 3 Stunden. „Bei heiteren, sonnigen Vormittagen begann der Flug etwa um 9—10 Uhr und dauerte bis 12—1 Uhr. Kühle Morgentemperatur, Regen oder sonstige Wetterungunst verzögerte den Vormittagsflug, dann sah man noch tief in den Nachmittag hinein schwärmende Falter." „Nach etwa 3stündigem Fluge setzte sich der Falter, auch das lebhafteste ♂, zur Ruhe." Die stärksten Schwärme finden an sonnigen Tagen statt. „Tage mit schwachem Wind bei gleichzeitigem Sonnenschein brachten die stärksten Flüge in dichten Schwärmen über weite Bestandsflächen hin." An warmen und schwülen Tagen, besonders auch vor Regen, flogen die Falter truppweise, anfänglich am Boden und erhoben sich allmählich zur Höhe der Schäfte und Kronen, diese besonders an der besonnten Seite umtanzend."

Es sind in der weitaus größten Mehrzahl die Männchen, die sich an diesen Tagesflügen beteiligen, während die ♀♀, wenigstens tagsüber, viel träger sind und meist ruhig in den Baumkronen oder auch im Unterwuchs sitzen.

Die Flugart ist unruhig und rasch und wird von verschiedenen Autoren als „taumelnd" bezeichnet, d. h. die Flugbahn folgt nicht einer bestimmten Richtung in gerader Linie, sondern gaukelt unruhig hin und her, auf und nieder. Doch sind die Tiere, wie Wolff bemerkt, in ihrem taumelnden Flug durchaus nicht „steuerlos", sie können vielmehr Hindernissen recht gut ausweichen und sind daher auch gar nicht so leicht mit dem Netz zu fangen. Beim Aufsteigen vom Boden in die Krone sollen die Falter gewöhnlich in Spirallinien um den Stamm fliegen (Spuler).

Das Schwärmen findet meist ziemlich hoch in der Kronenregion statt oder auch unterhalb derselben (wohl in Abhängigkeit von der Witterung, Bewölkung usw.). Wenn in der Literatur des öfteren von einem Schwärmen der Falter dicht über der Bodendecke berichtet wird, so liegen wohl auch Verwechslungen mit anderen Spannerarten (Heidekrautspanner usw.) vor. Und wenn Knauth berichtet, daß zwischen $7^3/_4$—$8^1/_2$ vormittags eine große Anzahl der ♂♂ und wahrscheinlich fast alle ♀♀ an den Gräsern und Forstunkräutern oder auf und in der losen Streudecke sitzen, um etwa von 9 Uhr ab sich vom Boden zu erheben, anfangs in etwas schwerfälliger Weise, dann aber in raschem, taumelndem Fluge der Baumkrone zueilen, um das Schwärmen zu beginnen, so meint Wolff, daß es sich „sicherlich um eben in den frühesten Morgenstunden ausgeschlüpfte und schon zur Flügelentfaltung gelangte Falter handelte". Es kommt allerdings auch vor, daß die ♂♂ von der Krone herunterkommen, um mit eben ausgeschlüpften ♀♀ zur Kopula zu schreiten. Auch durch regnerisches Wetter werden die Falter zu Boden gedrückt; sie halten sich dann auf den Gräsern und Beerenkräutern auf. „Mitunter ballen sich, namentlich gegen Abend, die Männchen auf dem Boden zu förmlichen Klumpen zusammen" (Nitsche). „Sonst bemerkt man nur noch dann den Kiefernspannerfalter am Boden, wenn das altersschwache Tier, gewöhnlich kurze Zeit nach Beendigung seiner geschlechtlichen Aufgaben, matt und dem Tode nahe, unfähig ist, sich im gewohnten, lebhaften Fluge noch in der Luft zu halten" (Wolff).

Der Spanner meidet für gewöhnlich zugige Bestandsränder und der Wetterseite zu liegende Gestellgrenzen. „So lebhaft bei schönem Wetter sein Flug ist, ein Bild der Unrast, so wenig ist er, wie alle seine gleichfalls

fast immer sehr grazil gebauten Familiengenossen, imstande, einem auch nur mäßigen Luftzug Trotz zu bieten" (Wolff). Daher findet das Schwärmen in der Hauptsache im geschützten Innern geschlossener Bestände statt; vielleicht läßt sich darauf (außer auf Bodenverhältnisse) auch die häufig gemachte Beobachtung zurückführen, daß in den lichteren, viele Bestandsabwechslungen zeigenden kleinen bäuerlichen Waldungen meist weit weniger Falter schwärmen als in den geschlossenen Waldteilen der Staatswaldungen.

Ausnahmen kommen auch hier vor, wie z. B. F. Eckstein (1923, S. 267) aus Kosbach berichtet, wo „die Falter auch an ungeschützten, selbst vom Wind stark bestrichenen Waldsäumen und isolierten kleinen Feldgehölzen flogen, während sie im Jahr vorher nur im Innern der geschlossenen Waldungen sich hielten" — allerdings handelte es sich hier wie auch bei anderen derartigen Beobachtungen fast stets um spätere Jahre einer Kalamität. Derselbe Autor macht uns mit einer anderen Beobachtung (des Forstamtes Bamberg) bekannt, wonach der Falter an windigen Tagen die durch Unterwuchs geschützten Bestandesteile aufsuchte und zahlreich den Fichtenunterstand umschwärmte[1]). Daß die Falter Wälder mit reichlichem Unterwuchs meiden, wie manche Autoren angeben, trifft in der Regel nicht zu[2]).



Abb. 413. Ein Pärchen des Kiefernspanners in Kopula. Nach Seiff.

Daß Lichtquellen die Spanner, die mit Vorliebe in hellem Sonnenschein fliegen, am Abend weniger anziehen als z. B. die Nonne und andere nächtlich fliegende Falter, kann nicht sonderlich wundernehmen. Dennoch bleiben auch die Spanner auf sehr starke Lichtquellen nicht vollkommen reaktionslos, was die Mitteilungen Nitsches (1896) beweisen, daß am Bahnhof Nürnberg am 9. Juni ein starkes Schwärmen des Spanners um die elektrischen Lampen bemerkt wurde und daß er selbst „am 18. Juni an einer elektrischen Bogenlampe auf dem Balkon des Hotels Kaiserhof, also mitten in der alten Stadt, eine große Ansammlung von Kiefernspannern, und zwar vorzugsweise Weibchen beobachtet hat". Auch F. Eckstein (1923, S. 258) berichtet einen ähnlichen Fall: „In der Stadt Erlangen, 3—4 km vom Staatswald entfernt, zeigten sich in der Zeit vom 18.—20. Juni 1895 auf-

---

[1]) Daß durch starke Winde während der Flugzeit kleine Verwehungen stattfinden können, scheint außer Zweifel, „doch betreffen diese meist nur die ♂♂, da die ♀♀ an windigen Tagen mehr im Innern der Krone sich aufhalten". Schwerdtfeger berichtet von Verwehungen bis zu 3 km.

[2]) Eine merkwürdige gegenteilige Beobachtung, deren Erklärung bis heute aussteht, machte Wolff bezüglich Wacholderunterwuchs: „Von zwei ganz vereinzelt dastehenden Fraßherden abgesehen, waren Bestände mit dichtem Wacholderunterwuchs vom Spanner überhaupt nicht befallen, so daß sie für das Puppensammeln ganz ausscheiden konnten."

fallend viele und namentlich weibliche Falter, welche des nachts die elektrischen Bogenlampen und Gaslaternen umschwärmten."

Begattung, Eiablage und Eientwicklung. Die Kopula findet bald nach dem Schlüpfen (nach Schwerdtfeger nach 24 Stunden) statt, und zwar am Tage auf den Nadeln oder Zweigen sitzend. Die Köpfe sehen dabei in direkt entgegengesetzter Richtung, die Flügel wie in der Ruhestellung aufgerichtet bzw. nach oben zusammengeklappt (Abb. 413). Die Dauer der Kopula beträgt mehrere Stunden.

Innerhalb weiterer 48 Stunden nach der Kopula (Schwerdtfeger) findet die Eiablage statt, normalerweise in der Krone. Die Frage, ob hierbei besondere Partien bevorzugt werden, findet in der Literatur eine recht verschiedene Beantwortung. Nach Wolff findet die Eiablage gewöhnlich nur in den höchsten Teilen der Krone statt. Kolster (1927) fand die größte Zahl der Eier in der Kronenmitte; nach Schwerdtfeger findet die Eiablage ohne erkennbare Regel statt (nur den unteren Teil der Krone scheinen die Weibchen bei der Eiablage etwas zu meiden). Ähnliches berichtet Heß (1864), der die Eiablage diffus über die ganze Krone verteilt an fast sämtlichen Nadeln stattfinden läßt, wogegen Knauth (1895) die Hauptmasse der Eier im unteren geschützten Teil der Krone, hin und wieder in dem inneren Kronenraum festgestellt hat. Ob hier äußere Faktoren (Witterungsverhältnisse, Alter der Bäume, Lage und Form der Bestände) einen Einfluß auf die Verteilung der Eier in der Krone ausüben, muß in Zukunft noch geklärt werden. Der Umstand, daß der Fraß häufig von oben nach unten fortschreitet, spricht dafür, daß auch die Eier, wenigstens zu Anfang einer Gradation, gewöhnlich in den obersten Kronenpartien abgelegt werden[1]). Bezüglich der diffusen Verteilung ist an die ganz allgemein zu beobachtende Erscheinung zu erinnern, daß bei fortschreitenden Massenvermeh-



Abb. 414. Eiablage an einer jungen Nadel eines frischen Triebes.

[1]) Seeling (Ratzeburg, W. 166) berichtet wieder das Gegenteil; nach ihm „beginnt der Fraß auf den unteren und inneren Ästen und erweitert sich allmählich nach den äußeren Rändern der Krone, um in der Spitze zu enden, welche am längsten grün bleibt".



Abb. 415. Eiablagen an befressenen Nadeln: sowohl an den unbefressenen, grünen, basalen Hälften, als auch an den befressenen, braunen Hälften. Im Freiland gesammelt.

rungen die ♀♀ ihre Eier mehr oder weniger wahllos überall ablegen, wo Platz ist. Daß ungünstige Witterung auf die Wahl des Ortes der Eiablage einwirken kann, scheint aus den Angaben Ratzeburgs (W. I, 167) hervorzugehen, wonach im Gefolge eines durch unnatürliche Witterung veranlaßten Fluges Eier auch auf Unterholz abgelegt waren. Ja, nach Nitsche (1896) wurden „im Forstamt Allersberg bei regnerischem Wetter auch an dem Beerenkraut und an der Rinde der unteren Stammteile abgelegte Eier bemerkt".

Daß die Weibchen bei der Eiablage ein bestimmtes Alter der Bäume bevorzugen, trifft nicht zu; sie belegen ebensowohl Stangenholz wie Altholz und, wenigstens bei Massenvermehrungen, auch Schonungen.

Die Eiablage findet an die Nadeln, und zwar deren Unterseite statt. In der Regel werden nur die alten Nadeln belegt. Ganz selten konnten wir an jungen Nadeln frischer Triebe Eier finden (Abb. 414), es handelte sich in diesen Fällen stets um wiederbegrünte, im vergangenen Jahr kahlgefressene Kiefern. Ähnliches hat schon Nitsche (1896) beobachtet. An befressenen Nadeln werden meist die stehengebliebenen basalen Stumpfe

belegt, doch konnten wir auch an den braunen Endstücken Eizeilen entdecken (Abb. 415).

Das ♀ nimmt bei der Eiablage (nach Beobachtungen im hiesigen Institut) in der Regel verschiedene Stellungen ein: entweder sitzt es auf der Nadel oder aber es hängt an der Nadel, die Beine nach oben, das Abdomen nach unten gerichtet. Im ersteren Fall biegt es das Abdomen um die Nadel herum, um mit dessen Spitze auf die Unterseite der Nadel zu gelangen, im letzten Fall wird dies, wo die Nadel eine normale Stellung hat, durch ein einfaches Aufwärtsbiegen des Abdomens erreicht; wo die Nadel dagegen gedreht ist, so daß die Unterseite nach oben gekehrt ist, so wird das Abdomen in gleicher Weise wie im ersten Fall, hier aber natürlich nach oben um die Nadel gebogen, um die Eier auf die nach oben liegende Unterseite zu bringen[1]).

Die einzelnen Eier werden in Pausen von 18—30, im Durchschnitt von 25 Sekunden abgelegt. Es wird damit am Spitzenteil der Nadel begonnen. Nach der Befestigung des ersten Eies geht das ♀ in die Ruhestellung zurück, um nach einer kurzen Pause in der gleichen Weise das zweite Ei abzulegen. Die Abdomenspitze berührt beim Austritt desselben die Nadel meist 1—2 mm vom ersten Ei entfernt, rutscht dann mit dem deutlich sichtbaren Ei die Nadel entlang, bis dieses am ersten Ei anstößt, wo es befestigt wird. Nun geht das ♀ wieder in die alte Stellung zurück und es wiederholt sich der gleiche Vorgang wie beim zweiten Ei bei allen weiteren Eiern. Während des Eierlegens ist beim ♀ eine deutliche Unruhe (Zittern) zu merken (Seiff, 1928).



Abb. 416. Kiefernspanner-Weibchen bei der Eiablage (in Gefangenschaft). Die große Zahl der Eier in den Eizeilen ist eine Folge der Beengung in der Gefangenschaft.

---

1 Nach Kolster (1927) saßen 25% der Eier an der Oberseite der Nadel und 75% an der Unterseite.

Die „Zeilen" können von verschiedener Größe sein; man hat solche mit nur 3, andererseits aber solche mit 30 Eiern beobachtet. Letztere Zahl dürfte allerdings die oberste Grenze darstellen, in der Regel bestehen die Zeilen aus 5—12 Eiern. Schwerdtfeger (1930a) fand 1—26 Eier auf einer Nadel und errechnete als Durchschnitt 7 Eier. Die Eizeilen zeigen bisweilen Unterbrechungen in der Weise, daß einige (2—6) Eier mit leeren Zwischenräumen abwechseln. Aus solchen Fällen gleich ohne weiteres auf Degenerationserscheinungen schließen zu wollen, ist unberechtigt[1]). Es können für die normale Fortpflanzung völlig belanglose Faktoren (Witterungsverhältnisse während der Eiablage!) Ursache der Unterbrechung sein, wenn nicht die Lücken einfach durch Abspringen einzelner Eier aus der Reihe entstanden sind. Der Kitt, mit dem die Eier an der Nadel befestigt werden, wird sehr schnell „in einem solchen Maße glasartig spröde, daß die Eier bei einer einigermaßen unvorsichtigen Berührung von der Nadel abspringen" (Wolff)[2]). Auch Jucht sucht das starke Mißverhältnis, das oft zwischen der festgestellten geringen Eizahl und der später vorhandenen überraschend großen Raupenzahl besteht, zum Teil damit zu erklären, daß „infolge regnerischen Wetters zur Zeit der Eiablage die Nadeln befeuchtet waren, die Eier nur schlecht daran klebten und bei der Erschütterung durch den Aufschlag der Krone des gefällten Untersuchungsbaumes absprangen"[3]).

Für gewöhnlich findet man nur eine Eizeile an einer Nadel; doch kommen auch zuweilen, mitunter auch häufiger (Kolster 1927), zwei Eizeilen an der gleichen Nadel vor, die wohl von verschiedenen ♀♀ herrühren (Nitsche). In solchen Fällen konnte Kolster als Höchstzahl 75 Eier an 1 Nadel feststellen.

Was die Fruchtbarkeit des Spanners anbetrifft, so steht diese den anderen Großschädlingen (Eule, Nonne usw.) wesentlich nach. Die Angaben über die Zahl der von einem ♀ abgelegten oder im geöffneten Hinterleib in den Ovarien vorhandenen Eier gehen stark auseinander. Wolff teilt eine Reihe Untersuchungsergebnisse vom Spannerfraß in der Tuchler Heide mit, wonach die Zahl der „im Abdomen erkenn- und zählbaren Eier zwischen 30 und 160 schwankte." Wolff selbst hat im Zwinger als Höchstzahl von 1 ♀ 156 Eier erhalten. Nitsche (1896) gibt die Eizahl eines ♀ auf ungefähr 90—120, Knauth auf durchschnittlich 107 an. Im hiesigen Institut wurde im Zwinger als Höchstzahl von 1 ♀ 189 Eier erreicht, andere ♀♀ legten 119, 114, 106, 88 und 80 Eier ab. Nach Eidmann (1929) gehört der Kiefernspanner zu der Gruppe von Schmetterlingen, die beim Schlüpfen noch keine evtl. sehr wenig legereife Eier in den Ovarien haben, bei denen also die Ovarien noch eine ausgedehnte postembryonale Entwicklung durchmachen müssen (Abb. 418, s. ferner Abb. 24 S. 18 und Abb. 26A S. 20).

Was die Dauer des Eistadiums betrifft, so ist diese je nach der herrschenden Witterung starken Schwankungen unterworfen. Bei den Labo-

---

[1]) Wenn allerdings die Eier allgemein nur vereinzelt (in Gruppen von 2 oder 3) abgelegt sind, so kann hieraus wohl auf eine Abnahme der Gradationsstärke geschlossen werden. Schon Ratzeburg (W. 177) hat auf die Erscheinung hingewiesen: „Liegen diese nicht mehr in langen Reihen, sondern vereinzelt, so hat man starken Fraß nicht mehr zu befürchten."

[2]) Untersucht man die Lücken der Eireihen näher mit der Lupe, so lassen sich oft deutlich die Reste der Kittsubstanz als zarter, lackartiger Überzug feststellen.

[3]) Das Zählen der Eier an gefällten Bäumen zur Feststellung der Befallsstärke hat daher nur bedingten Wert.

ratoriumsversuchen Schwerdtfegers (1930c) ergaben sich bei einer mittleren Temperatur von ca. 22° C eine Eidauer von 13—14 Tagen, bei einer solchen von 18° C eine Eidauer von etwa 18 Tagen, bei ca. 17° C eine Eidauer von ca. 19 Tagen, bei 16° C eine Eidauer von ca. 22 Tagen, bei 14° C eine Eidauer von 31 Tagen. Man ersieht hier, daß bei der tieferen Temperatur die Unterschiede sich weit stärker auswirken auf den Ablauf der Embryonalentwicklung als bei den höheren Temperaturen. Starke Temperaturabschläge im Juni werden also die Dauer des Eistadiums noch wesentlich verlängern können.

Schwerdtfeger stellt die Abhängigkeit der Eidauer des Spanners von der Temperatur nach der Blunckschen Gleichung in Form einer Hyperbel (Abb. 419) dar

$$T\,(t - t_0) = \text{konstant},$$

wobei t die Temperatur (in ° Celsius), T die Entwicklungsdauer und t_0 eine zu berechnende Konstante (Entwicklungsnullpunkt) bedeutet (s. S. 56). Er kam dabei zu folgendem Ergebnis:

$$T\,(t - 7{,}95) = 179{,}77$$

oder abgerundet

$$T\,(t - 8) = 180.$$

Während der Embryonalentwicklung zeigen die Eier äußerlich kaum Veränderungen; erst gegen das Ende zu, kurz vor dem Ausschlüpfen, werden die Eier glasartig durchscheinend. „Man kann bei stärkerer Vergrößerung dann deutlich das darin liegende Räupchen erkennen. Der gelblich gefärbte Kopf liegt über den ebenso gefärbten letzten Abdominalsegmenten (von oben gesehen). Meist ist auch das erste Brustsegment gelblich gefärbt. Der ganze übrige Körper schimmert grünlich durch"[1].

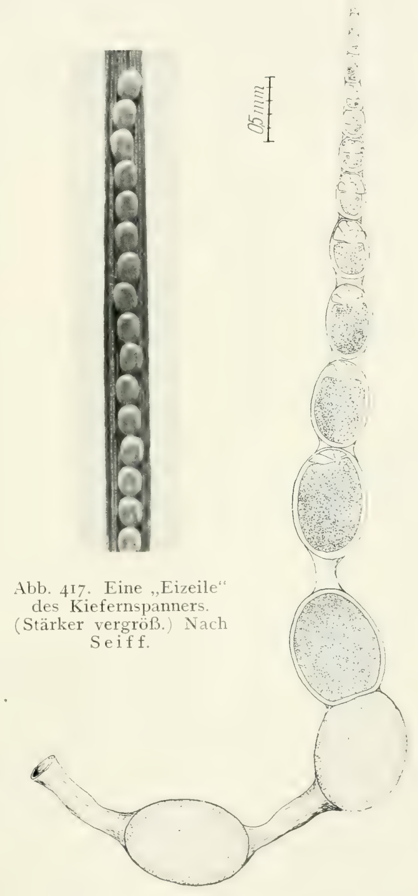


Abb. 417. Eine „Eizeile" des Kiefernspanners. (Stärker vergröß.) Nach Seiff.

Abb. 418. Ovarialschlauch eines frisch geschlüpften Kiefernspanner-♀. (Nur die 2 untersten Eier sind legereif.) Nach Eidmann.

[1]) Unbefruchtete Eier oder solche, die zu Beginn der Embryonalentwick-

Das Ausschlüpfen der Räupchen erfolgt entsprechend der langen Flugzeit zu recht verschiedenen Terminen, schwankend zwischen der ersten Juliwoche und Mitte August. Das junge Räupchen nagt in die seitliche Eiwand ein Loch, durch das es das Ei verläßt. Nach Wolff zeigen sämtliche Eier einer Nadelreihe auf ein und derselben Seite die Ausgangsöffnung, nach Schwerdtfeger dagegen liegen die Schlüpflöcher der gleichen Eizeile wohl sämtlich in der gleichen Richtung, entweder der Nadelspitze oder der Nadelbasis zugewandt, jedoch unregelmäßig teils auf der einen, teils auf der anderen Seite (s. Abb. 407). Die Eischale wird später nicht mehr weiter benagt, weshalb Bernas geradezu von einer „Deckelöffnung spricht, die sämtliche Eier auf einer Seite hätten". Das Ausschlüpfen dauert nach Bernas einen halben Tag, während Wolff hierfür 6—7 Stunden angibt. Die leeren und normalerweise von den Räupchen verlassenen Eischalen sind

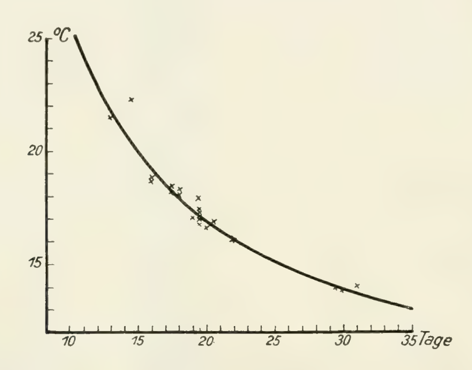


Abb. 410. Kurve für die Dauer des Eistadiums. Nach Schwerdtfeger.

leicht daran zu erkennen, daß sie „beim Wenden der Nadeln schwach in Rosa „changieren" — à la changeant-Stoff — bzw. perlmutterartig glänzen" (Knauth).

Bionomie der Raupe.

Lebensdauer und Häutungen. — Nach Beobachtungen im hiesigen Institut (Kalandadze, 1927b) macht die Spannerraupe normalerweise vier Häutungen durch. Die I. Häutung fand (im Laboratorium) frühestens nach 10 Tagen statt, sie kann sich aber auch noch um mehrere Tage verschieben. Ungefähr ebenso lange wie das Eiräupchenstadium dauert das II. Stadium, während des III. Stadium etwas längere Zeit, bis 14 Tage, beansprucht. Noch länger, nämlich bis 16 Tage, währt das IV. Stadium, und endlich am

---

lung abgestorben sind, werden sehr bald an ihrem veränderten Äußeren kenntlich. Ihre Färbung wird schmutziggrau oder gelbgrün, und ihre Wandung fällt alsbald, da der Inhalt vertrocknet, unter Faltenbildung ein, so daß die Eier schon mit bloßem Auge unregelmäßig eingedellt erscheinen. Bei fortschreitendem Eintrocknen berühren sich die Schalenwände in der Mitte der Delle. Das Ei erscheint dann hier vollkommen durchsichtig.

längsten das V. Stadium, in dem die Raupen bis zur Verpuppung 34 und je nach Witterung noch viel länger leben[1]).

Danach betrug also die Raupenzeit vom Ausschlüpfen bis zur Verpuppung im kürzesten Fall 84 Tage. Im Freien fressen die allen Witterungsverhältnissen ausgesetzten Raupen im Durchschnitt über 3 Monate. Doch kann die Dauer des Raupenstadiums noch weit länger sein; können doch die Raupen den ganzen Winter über in der Streudecke verbringen, um sich erst im nächsten Frühjahr zu verpuppen.

Das Wachstum der Spannerraupe von 3 mm Länge (Eiräupchen) bis zu 30 mm (erwachsene Raupe) vollzieht sich also im Verhältnis zu anderen Raupen außergewöhnlich langsam. Eingehende Studien über das Längenwachstum hat Schwerdtfeger angestellt; er legt den Verlauf des Längenwachstums an Hand einer graphischen Darstellung dar. Die Kurve der Abb. 420 hat ungefähr den Verlauf einer Geraden; die Schwankung nach

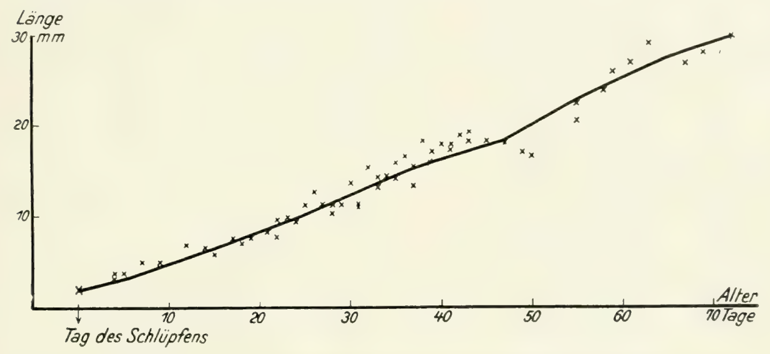


Abb. 420. Kurve für das Längenwachstum der Raupen. Nach Schwerdtfeger.

unten um den 50. Tag dürfte die Folge mangelhafter Versuchsdurchführung sein, da die Raupen einige Zeit gehungert und darauf anscheinend durch Verzögerung des Längenwachstums reagiert haben. Wenn man sich das durch Hungern verursachte Absinken wegdenkt, läßt sich die Kurve auch als sehr flache S-Kurve im Sinne der von Janisch (Das Exponentialgesetz, Berlin 1927, Abb. 136/138) gegebenen Wachstumskurven deuten. Gleichgültig, ob man die Kurve als Gerade oder als sehr flache S-Linie ansieht: das Wachstum der Spannerraupen verläuft bei konstanter Temperatur und ausreichender Nahrung außerordentlich gleichmäßig und beträgt in Zimmerwärme rund 0,4 mm je Tag.

Fraßpflanzen. Die normale Fraßpflanze ist die Kiefer, vor allem unsere gemeine Kiefer, doch werden auch andere Kiefernarten, z. B. Weimutskiefern, nicht verschont. Bei Massenvermehrungen und Nahrungsmangel werden auch Fichtenunterwuchs und Wacholder angegangen

[1]) Das 5. Stadium kann ganz fehlen, so daß die Raupen schon im 4. Stadium zur Verpuppung gelangen. Doch liegen dann stets ungewöhnliche Verhältnisse (Nahrungsmangel, frühe Fröste usw.) vor, die zur Notverpuppung führen.

und nicht selten völlig entnadelt. Nach Nitsche (1896) wurden im Reichswald (bei Nürnberg) auch ältere eingesprengte Fichten gänzlich kahlgefressen, während größere eingesprengte Fichtenhorste meist verschont blieben. Ratzeburg (F. II. 183) nennt auch noch die Tanne als Nahrungspflanze. Zur praktischen Bedeutung dürfte jedoch nur der Fraß auf der Kiefer gelangen. Allerdings erwähnt Guth (nach Wolff 1913) einen Fall von einem schädlichen Kiefernspannerfraß an Fichte, und nennt Kaltenbach als Fraßpflanzen der schädlichen Raupe in einem Atem Kiefer und Fichte; doch dürften diese Angaben auf seltenen Ausnahmefällen beruhen, da bei den großen Kalamitäten der späteren und neuesten Zeit nie-



Abb. 421. A zwei Kiefernnadeln mit dem Rinnenfraß der Eiraupen des Kiefernspanners, B charakteristischer Fraß alter Raupen.

mals von einem verderblichen Fraß an Fichte, etwa gleichbedeutend mit dem an Kiefer, berichtet wurde.

Fraßart. Was die Fraßart betrifft, so ist diese bei den Eiräupchen eine andere als bei den späteren Stadien. Gemeinsam ist jedoch allen Stadien, daß sie mit Vorliebe alte Nadeln befressen (siehe oben S. 474 das über die Eiablage Gesagte).

Das Eiräupchen begibt sich, sowie es die Eischale verlassen, an eine alte Nadel, um nicht weit von der Spitze derselben entfernt den Fraß zu beginnen. Es greift dabei die Nadel nicht vom Rande her an, sondern von der Fläche, in die es kleine Streifen oder Rinnen frißt, anfänglich nur oberflächliche, später tiefergehende, harzende. Zuerst werden die Seiten der Rinne benagt und sodann die Mitte ausgefressen, bis die Rinne etwa die

Breite des Raupenkopfes erreicht hat. Ist sie so tief ausgefressen, daß der Kopf fast in der Rinne versenkt werden kann, so kriecht die Raupe etwas zurück, um den Fraß in der gleichen Weise fortzusetzen. Die Nadeln verfärben sich an den Fraßstellen und bekommen ein gelbgeflecktes Aussehen (Taf. VI, Fig. 9).

Der Einhäuter dagegen geht zum Schartenfraß der Nadelränder über, der dann charakteristisch für alle weiteren Stadien bleibt. Der Fraß beginnt, wie beim Rinnenfraß des Einhäuters, stets nahe der Spitze der Nadel und setzt sich bis etwa zur Mitte fort. Die Raupe frißt zunächst ein meist dreieckiges oder halbbogenförmiges Stück aus dem Nadelrand heraus, kriecht dann rückwärts, um direkt dahinter wieder ein Dreieck herauszunagen, und wiederholt dies so oft, bis sie etwa in der Mitte oder beim letzten Drittel der Nadel angelangt ist. So entstehen mehr oder weniger scharfe Scharten, die zum Teil ein treppenförmiges Aussehen zeigen. Bei stärkerem Fraß wird auch der andere Rand in der gleichen Weise befressen, so daß dann nur die Mittelrippe mit spärlichen zackigen Nadelresten übrig bleibt (Abb. 421 B). An ihnen befinden sich meist kleine Harztröpfchen, die schnell vertrocknen und weiß werden, und die geradezu charakteristisch für Spannerfraß sind. Der befressene Nadelteil bräunt sich rasch, während der unversehrte Basalteil zunächst noch grün bleibt. Bei starkem Fraß wird jedoch auch hier angegriffen und der Zackenfraß bis zur Scheide fortgesetzt, so daß dann die ganzen Nadeln bzw. Nadelreste braun werden. Die so befressenen Nadeln fallen, besonders wenn die beiden Nadeln eines Paares betroffen sind, meist ab, so daß die Zweige völlig kahl erscheinen. Im günstigeren Fall jedoch, wenn die Nadelbasen unversehrt und grün sind, bleiben die Nadeln aufrecht und dicht stehen, den Zweigen ein grob borstenförmiges Aussehen verleihend[1]). Ausnahmsweise wird von älteren Raupen die Mittelrippe durchbissen und der basale Stumpf von oben her völlig verzehrt.

Der geschilderte einseitige oder doppelseitige Scharten- oder Treppenfraß der Nadelendhälfte, die Bräunung dieser, die kleinen Harztröpfchen an den Scharten, verbunden mit dem Grünbleiben der unversehrten Nadelbasen bei mäßigem Fraße erzielen ein sehr charakteristisches Fraßbild, das kaum zu Verwechslungen Anlaß geben kann.

Wann fressen die Raupen? Diese Frage wurde zuerst durch Rhumbler (1929) exakt zu lösen versucht, und zwar durch zeitlich bestimmt begrenzte Kotsammlungen in den befallenen Revierteilen. Es stellte sich dabei heraus, daß die bei Nacht abgegebene Kotmenge die bei Tag abgegebene wesentlich überwiegt, und zwar in einem Verhältnis von 5:1. Davon machte die in der ersten Nachthälfte (19—1 Uhr) gefallene Menge den größeren Teil aus, sie verhielt sich zu der in der 2. Hälfte (1—7 Uhr) wie 100:64. Nach Fütterungsversuchen mit gefärbter Nahrung beträgt die zwischen Fraß und Kotabgabe liegende „Darmzeit" durchschnittlich 6 Stunden. Ziehen wir diese von der Zeit des Hauptkotfalles (19—1 Uhr) ab, so erhält man als Hauptfraßzeit 13—19 Uhr.

---

[1]) Das langsame Wachstum der Raupen und das daraus resultierende langsame Fortschreiten des Fraßbildes, verbunden mit dem Stehenbleiben der befressenen Nadeln, macht es ohne weiteres verständlich, daß der Spannerfraß oft erst spät (im September oder noch später) entdeckt wird.

Zu ähnlichen Resultaten gelangten Friederichs und Steiner (1930), auch sie beobachteten bei Nacht einen weit stärkeren Kotfall als bei Tag (etwa wie 3:1). Allerdings läßt dies nach den beiden Autoren keinen zwingenden Schluß auf die Hauptfraßzeit zu. Nach ihren Beobachtungen begannen die Raupen (im erwachsenen Stadium) erst bei Einbruch der Dunkelheit mit dem Fraß, während sie tagsüber in ihrer charakteristischen Ruhestellung verharrten. „Wird nicht wahrscheinlich die starke Nahrungsaufnahme bei Beginn der Dämmerung den Darm zu erhöhter Peristaltik anregen und demnach auch bald eine beträchtliche Kotabgabe zur Folge haben?“ „Der ‚Darmzeit‘ wäre dann für die Berechnung der Hauptfraßzeit keine große Bedeutung beizumessen.“

Nahrungsmenge, Stoffwechselquotient. Über die Nahrungsmenge, die eine Raupe verzehrt, wurden im hiesigen Institut durch Kalandadze (1927 b) eingehende Untersuchungen gemacht und folgende Zahlen gefunden:

Die Eiräupchen fressen nur sehr wenig, so verzehrte ein Räupchen an 1 Tag 0,71 qmm der Nadelfläche. Im II. Stadium steigt mit dem Wachstum der Raupe auch die Freßlust. Eine frisch gehäutete Raupe brauchte hier an 1 Tag schon 1,71 qmm. Besonders auffallend vergrößert sich die Fraßmenge im III. Stadium. In diesem Fall frißt eine Raupe an 1 Tag sogar 14,4 qmm der Nadelfläche. Diese Erscheinung wird dadurch erklärt, daß zu Ende des II. Stadiums (in der Natur schon kurz nach der Häutung!) der Schartenfraß beginnt, bei welchem selbstverständlich die Fraßflächen viel größer werden. Hier ist außerdem zu beobachten, daß die Zahl der befressenen Nadeln im Vergleich mit dem II. Stadium 2—3 mal größer geworden ist. Im IV. Stadium vermehrt sich der Futterverbrauch ums Doppelte: eine Raupe frißt in 1 Tag 28,6 qmm der Nadelfläche, obwohl die Zahl der befressenen Nadeln nur wenig gestiegen ist. Diese Tatsache aber wird leicht verständlich, wenn man berücksichtigt, daß die Raupen von jeder Nadel mehr fressen als die Raupen im III. Stadium. Im letzten Raupenstadium entwickelt sich die größte Freßlust. Die Zahl der befressenen Nadeln und die Fraßfläche wächst 2—3 mal (bei gleicher Zeit und Zahl der Raupen) gegenüber den Raupen im IV. Stadium: jetzt frißt eine Raupe in 1 Tag schon 74,3 qmm der Nadelfläche. Bei diesem Stadium werden bei Futtermangel die Nadeln bis zum Stumpf verzehrt[1]).

„Die Untersuchungen Kalandadzes geben ein deutliches Bild von dem Anwachsen der Fraßintensität mit zunehmender Raupengröße, sie hatten aber insofern keine genauen Ergebnisse erfahren, als bei der zweidimensionalen Ermittlung der Fraßmenge durch Ausmessen von Länge und Breite der Nagespur die dritte Dimension, die Tiefe, unberücksichtigt bleibt, wobei zu bedenken ist, daß die älteren Raupen erheblich tiefer nagen als die jüngeren. Ferner ist die Nahrungsaufnahme nicht während des ganzen Raupenlebens, sondern nur an einigen typischen, durch das Raupenstadium gekennzeichneten Vertretern beobachtet worden, selbst innerhalb des gleichen Stadiums ist die Fraßintensität der Raupen aber sehr unterschiedlich: zu Anfang z. B. des III. Stadiums frißt die Raupe erheblich weniger als zu Ende, nach einer Zeit beachtlichen Längenwachstums. Zur Kennzeichnung einer Raupe genügt also Angabe des Stadiums nicht, die

[1]) Bei Hunger fressen die Raupen selbst die trockenen braunen Nadeln, wie sich aus der braunen Farbe des Kotes erkennen läßt (Schwerdtfeger).

genaue[1]) Länge muß gleichfalls mitgeteilt werden" (Schwerdtfeger, 1930c).

Diesen Mangel suchte Schwerdtfeger durch eine andere Untersuchungsmethode zu beheben, wobei zugleich auch der Stoffwechselquotient ermittelt wurde. Der allgemeinen Bedeutung wegen gebe ich diese Untersuchungen hier ausführlich wieder:

Es wurden drei Gläser (a, b und c) benutzt. Jeweilig bei Einbringung frischer Zweige wurde auf einer Apothekerwage deren Gewicht festgestellt, durch Wägen der gleichen Zweige bei der nach einigen Tagen stattfindenden Futtererneuerung ergab sich ein Gewichtsverlust, der sich zusammensetzt aus der Minderung durch den Fraß der Raupen und durch Verdunstung. Der Verdunstungsverlust, prozentual ausgedrückt und Anfangsgewicht des Zweiges, wurde in einem Kontrollversuch ermittelt, indem ein Zweig in genau der gleichen Weise wie die Zweige a, b und c in ein Glas gebracht, aber nicht mit Raupen belegt wurde. Durch Abzug des Verdunstungsprozentes von der Gesamtgewichtsminderung gelangt man zu dem durch den Raupenfraß verursachten Gewichtsverlust, mit anderen Worten zu der Nadelmenge, welche die auf den Zweigen sitzenden Raupen innerhalb der Versuchsdauer aufgenommen hatten. Durch Division durch die Zahl der Raupen und Versuchstage erhält man die von einer Raupe innerhalb 24 Stunden aufgenommene Nahrungsmenge.

Ferner wurde bei jeder Zweigerneuerung der seit der letzten Futterdarreichung gefallene Kot gewogen, nachdem er vorher durch längeres Stehenlassen in flachen Petrischalen zimmerlufttrocken gemacht war. Die von einer Raupe in 24 Stunden abgeschiedene Kotmenge wurde wiederum durch Division des Kotgewichtes durch die Versuchstage und Raupen ermittelt.

In den Tabellen a—c sind die gefundenen Nahrungs- und Kotmengen in Beziehung zu der Länge der Raupen gesetzt worden. Es wurde nicht das Alter der Raupen als Vergleichsmaßstab gewählt, da jederzeit die Länge, aber nicht das Alter einer Raupe festzustellen ist. Die Raupengröße wurde wie oben geschildert ermittelt. Die angegebene Länge ist nicht die bei Wägung des befressenen Zweiges bzw. der Kotmenge gemessene, sondern das Mittel aus den Längen bei Einbringung des Zweiges und bei seiner Herausnahme. Beispiel: Die unmittelbar nach dem Ausschlüpfen an die Zweige gesetzten Eiräupchen waren 1,9 mm lang; nach 4 Tagen wurde der Zweig gewogen und eine aufgenommene Nahrungsmenge von 2,3 mg und eine Kotmenge von 0,1 mg festgestellt (Tab. a, erste Reihe); die Raupenlänge war zu diesem Zeitpunkt 3,6 mm. Aus den Größen 1,9 und 3,6 wurde das arithmetische Mittel gezogen und es ergab sich die in der ersten Reihe der Tabelle a mitgeteilte Länge von 2,8 mm. Dieses Verfahren mußte eingeschlagen werden, da sich innerhalb des genannten Zeitraums Raupen in den Größen von 1,9 bis 3,6 mm an der Ausscheidung der schließlich ermittelten Kotmenge bzw. an der Aufnahme der Nahrung beteiligen; es ist daher richtiger, die Wägeergebnisse auf die mittlere Größe zu beziehen, nicht auf die Endgröße[2]).

---

[1]) Allerdings läßt sich die „genaue" Länge der Raupen nach der Schwerdtfegerschen Methode auch nicht völlig einwandfrei ermitteln, da dabei Verschiedenheiten des jeweiligen Kontraktionszustandes nicht berücksichtigt werden. Doch können diese Ungenauigkeiten durch Verwendung von Mittelwerten aus zahlreichen Messungen einigermaßen ausgeglichen werden.

[2]) Die Beziehung auf die mittlere Größe bringt nur eine Annäherung an die wirklichen Verhältnisse, da die Nahrungsaufnahme (und in gleicher Weise die Kotabscheidung) nicht in einfacher Proportion zum Wachstum steht, sondern die größeren Raupen ungleich mehr fressen. In dem angeführten Beispiel würde die Nahrungsmenge von 2,3 mg also nicht genau einer Raupe von 2,8 mm entsprechen, sondern einer solchen, deren Länge zwischen 2,8 und 3,6 mm, jedoch sehr nahe nach 2,8 mm hin läge. Der bei der Mittelberechnung gemachte Fehler wird um so kleiner, je kürzer die Zeiträume gewählt werden.

In der letzten Spalte ist das Verhältnis der Nahrungsmenge zur Kotmenge aufgezeichnet; über seine Bedeutung wird später gesprochen.

Hin und wieder wurden Raupen aus Freiland unter den gleichen Bedingungen wie die in den Gläsern gezogenen Raupen eingezwingert und ihre Nahrungs- bzw. Kotmengen gemessen. Es sollte damit kontrolliert werden, ob sich die Zuchtraupen nicht etwa anders verhielten als Freilandraupen. Sämtliche Kontrollen fielen zur Zufriedenheit aus: die Wägungsergebnisse der Freilandraupen stimmten mit denen entsprechender Zuchtraupen überein.

Tabelle für Zuchtglas a.

Länge der Raupen in mm	Gewicht der von 1 Raupe in 24 Stunden		Stoffwechsel-quotient
	aufgenommenen Nahrungsmenge in mg	abgegebenen Kotmenge in mg	
2,8	2,3	0,1	23,0
4,3	1,7	0,1	17,0
6,0	3,8	0,4	9,0
8,6	4,7	0,7	6,7
10,4	6,6	1,3	5,1
10,8	5,2	0,9	5,8
10,9	6,8	1,4	4,9
12,9	9,1	1,5	6,1
13,8	11,0	2,8	3,9
14,2	9,1	2,4	3,8
14,6	11,3	3,3	3,4
16,8	14,0	3,8	3,7
17,6	20,1	5,6	3,6
18,2	18,5	4,6	4,0
18,5	13,8	3,9	3,9
18,7	12,6	3,6	3,5
20,5	24,8	8,1	3,1
22,0	37,7	12,9	2,9
22,4	47,5	18,1	2,6
23,1	39,7	13,9	2,8
23,8	35,7	13,7	2,6
24,1	52,0	20,4	2,5
26,4	34,8	13,2	2,6
28,0	35,9	13,2	2,7
29,0	27,5	15,0	1,8
29,3	26,1	12,2	2,1

Tabelle für Zuchtglas b.

2,9	1,4	0,1	14,0
4,2	2,1	0,2	10,5
6,4	3,0	0,3	10,0
7,4	3,0	0,4	7,5
8,6	6,4	0,9	7,1
10,3	6,8	1,1	6,2
11,2	7,5	0,9	8,3
11,2	8,2	1,3	6,3
12,2	10,9	2,4	4,5
14,5	10,0	3,0	3,3
15,6	14,5	3,8	3,8
16,2	15,0	3,8	3,9
17,1	10,0	2,4	4,2
17,7	12,4	3,3	3,6

Tabelle für Zuchtglas c.

Länge der Raupen in mm	Gewicht der von 1 Raupe in 24 Stunden aufgenommenen Nahrungsmenge in mg	Gewicht der von 1 Raupe in 24 Stunden abgegebenen Kotmenge in mg	Stoffwechsel-quotient
2,6	0,7	0,1	7,0
4,1	2,5	0,1	25,0
7,0	4,0	0,4	10,0
8,0	3,1	0,5	6,2
9,2	7,2	1.4	5,1
11,3	6,3	1,4	4,5
11,9	7,8	1,7	4,6
12,4	9,6	2,8	3,4
14,5	12,6	3,9	3,2
14,9	11,1	4,6	2,4
15,5	13,5	4,1	3,3
17,4	15,1	4,3	3,5
17,7	12,3	4,5	2,7
18,0	12,7	4,1	3,1
18,4	13,2	4,4	3,0
18,5	26,9	10,2	2,6
22,1	37,1	12,3	3,0
23,0	45,6	17,3	2,6
23,7	57,1	20,6	2,8
25,1	47,6	17,1	2,8
25,3	36,0	14,2	2,5
25,7	41,6	16,2	2,6
27,4	38,4	15,0	2,6

In Abb. 422 sind die Zahlen der ersten Spalte der Tabellen a—c graphisch dargestellt; auf der Abszisse sind die Raupenlängen in Millimeter, auf der Ordinate die von einer Raupe täglich verzehrte Nadelmenge in Milligramm aufgezeichnet. Die Punkte liegen anfangs dicht beieinander, streuen aber mit zunehmender Raupengröße sehr.

Um zu einer der Punktelage gerechtwerdenden Durchschnittskurve zu gelangen, wurden die Längen dreimal zu Klassen verschiedener Größe und Anordnung zusammengefaßt und für diese Klassen das Mittel der aufgenommenen Nahrungsmenge berechnet. Die so gewonnene Tabelle — nicht nur für die Nahrungsmenge, sondern auch für Kotmenge und Stoffwechselquotienten — ist hier der Raumersparnis halber nicht wiedergegeben. Durch Übertragung ihrer Zahlen in die Abb. 422 kommt man zu Punkten, die miteinander verbunden die dünn ausgezeichneten Kurven ergeben. Unter Benutzung dieser drei Hilfskurven wurde dann die dick ausgezogene Durchschnittskurve gezeichnet.

„Wir sehen, daß bei konstanten Temperaturverhältnissen die Menge der von einer Raupe täglich aufgenommenen Nahrung mit zunehmender Größe der Raupe anwächst, zunächst schwach, dann immer stärker, einen Höhepunkt erreicht und schließlich ziemlich rasch absinkt."[1])

[1]) Die Kurve (Abb. 422) ähnelt außerordentlich der von Janisch gebrachten Abbildung über die täglich durchschnittlich gefressene Nahrungsmenge der Stabheuschrecke. Durch Häutung hervorgerufene Unterbrechungen des Fraßes, wie sie auf der Heuschreckenkurve zu finden sind, lassen sich in unserer Abbildung nicht erkennen, da sie nicht wie jene die Fraßmenge eines einzigen Tieres darstellt, sondern

„Die Gesamtmenge der von einer Raupe während ihres Daseins verzehrten Nadelsubstanz betrug

in Glas	a	1,23 g
„ „	b	1,17 „
„ „	c	1,26 „
im Durchschnitt		1,22 g

Frischgewicht. Nach einer auf Anregung Ecksteins in der Letzlinger Heide durchgeführten Zählung, über deren Ergebnis Angaben in den Akten der Regierung zu Magdeburg stehen, besaß eine mittlere Kiefer in 60 jährigem Bestande rund 450000 Nadeln; 100 Nadeln wogen 3,2 g. Unter Zugrundelegung dieser Zahlen frißt eine Spannerraupe in ihrem Leben rund 38 Nadeln; zur völligen Entnadelung einer 60jährigen Kiefer sind dann theoretisch 11842 oder rund 12000 Raupen erforderlich.“[1])

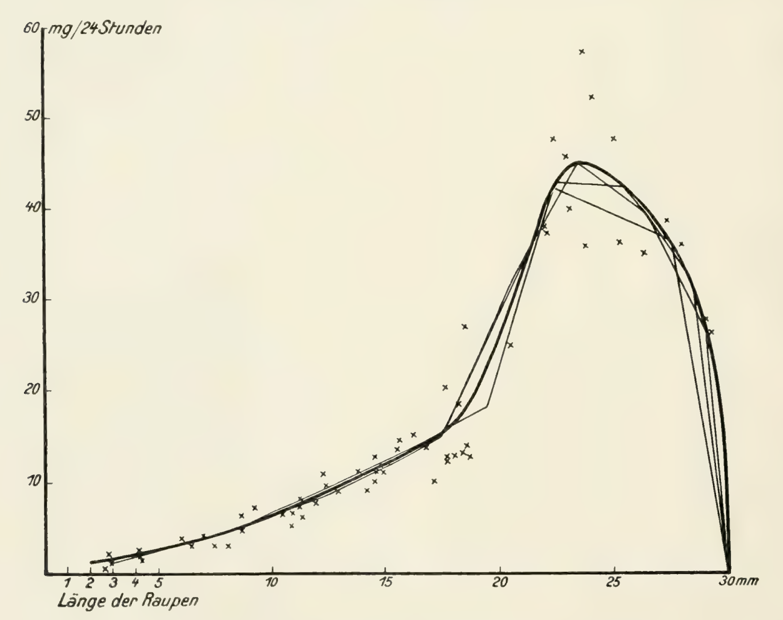


Abb. 422. Kurve für die von einer Raupe aufgenommene Nahrungsmenge. Nach Schwerdtfeger.

---

die einer Population, aber auf ein Tier reduziert, ein Verfahren, welches die Unwägbarkeit der von einem Tiere namentlich in den jüngeren Stadien aufgenommenen Fraßmenge notwendig macht, das aber individuelle Schwankungen in der Fraßintensität infolge der zeitlichen Ungleichmäßigkeit der Häutungen verschwinden läßt.

[1]) In praxi ist diese Zahl wesentlich zu verringern, vielleicht auf die Hälfte oder gar ein Viertel; denn einmal werden Nadelstücke abgebissen und fallen zur Erde, kommen also als Nahrung für die Raupen nicht mehr in Frage, zum andern

Abb. 423 gibt die Kurve der täglichen Kotmenge in Beziehung zur Raupengröße wieder. Sie ist in genau derselben Weise entstanden wie Abbildung 422. Der Verlauf der Kotabgabe ähnelt außerordentlich der Nahrungsaufnahme.

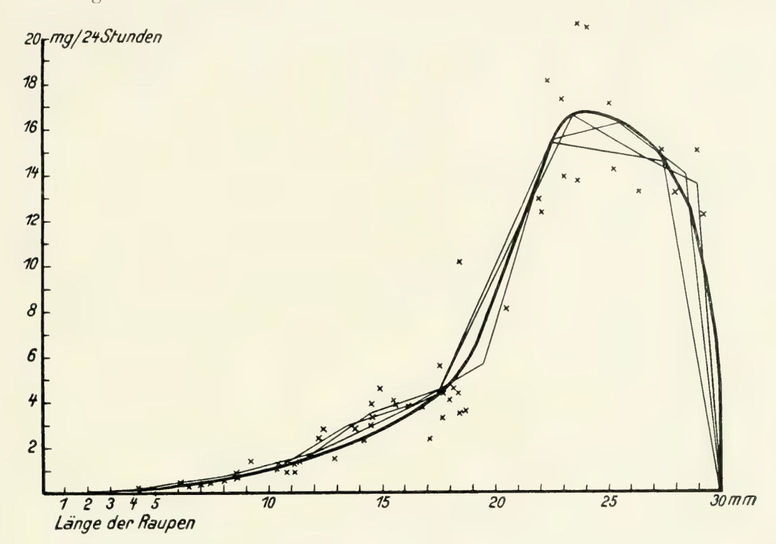


Abb. 423. Kurve für die von einer Raupe abgegebene Kotmenge. Nach Schwerdtfeger.

„Die Gesamtmenge des von einer Raupe vom Schlüpfen bis zur Verpuppung ausgeschiedenen Kotes betrug

in Glas	a	0,43 g
„ „	b	0,47 „
„ „	c	0,60 „
im Durchschnitt		0,48 g Lufttrockengewicht.

Wenn wir von den im Verhältnis zur Kotmenge geringfügigen Exkreten absehen, die nicht durch den Anus den Körper verlassen, gibt uns das Verhältnis zwischen aufgenommener Nahrungsmenge und ausgeschiedener Kotmenge ein gutes Bild über die Ausnutzung der Nahrung, über den zum Aufbau und Betrieb des Individuums verwandten Nahrungsanteil. Wenn wir z. B. dieses Verhältnis $\frac{\text{Nahrungsmenge}}{\text{Kotmenge}}$, welches im folgenden kurz als Stoffwechselquotient Q bezeichnet wird, in der ersten Reihe der vierten Spalte von Tabelle a mit 23,0 angegeben finden, so heißt dies, daß die von den

werden auch die stark, aber nur zum Teil befressenen Nadeln braun und sterben ab. Die Erfahrung der Praxis gibt an, daß Kahlfraß, d. h. Verlust von mehr als 75% der Nadelmasse, zu erwarten ist bei einem Besatz von mehr als 3000 Raupen (z. B. Heß-Beck, Kolster u. a.).

Eiräupchen aufgenommene Nahrungsmenge 23 mal so groß wie die abgegebene Kotmenge war, daß umgekehrt nur $^1/_{23}$ der abgefressenen Nadeln den Darm als Kot verließ, daß also $^{22}/_{23}$ für Aufbau und Betrieb des Raupenkörpers verwandt wurden.

„Die Größe von Q zu einem bestimmten Zeitpunkt sagt uns nicht viel; außerdem stimmen die in Tabelle a—c angegebenen Werte für Q nicht

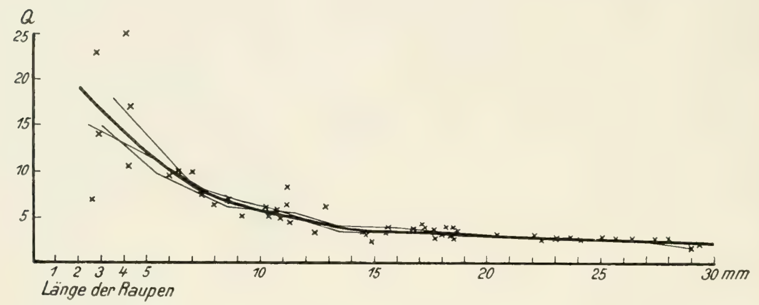


Abb. 424. Kurve für den Stoffwechselquotienten. Nach Schwerdtfeger.

mit dem wirklichen Quotienten überein, da die Berechnung des Quotienten einen Fehler enthält: die Nahrungsmenge ist mit ihrem Frischgewicht, die Kotmenge mit ihrem Lufttrockengewicht eingesetzt, ein Fehler, der zwar die absolute Größe, aber kaum die uns hier interessierende, mit zunehmender Raupengröße eintretende Änderung des Stoffwechselquotienten beeinträchtigen dürfte.

„Die in der gleichen Weise wie die Kurven 422 und 423 entstandene Kurve 424 stellt den Stoffwechselquotienten in Beziehung zur Raupenlänge dar. An sich könnte erwartet werden, daß das Verhältnis zwischen aufgenommener Nahrung und abgegebener Kotmenge während des ganzen Raupenlebens konstant bleibe. Das ist nicht der Fall: Q nimmt mit zunehmendem Längenwachstum der Raupen beständig ab, und zwar zunächst stark, dann schwächer; die Kurve ähnelt einer Hyperbel. Das Eiräupchen nutzt am besten die Nahrung aus; je größer die Raupe wird, um so schlechter wird die Nahrungsausnutzung, um so größer wird, wahrscheinlich durch Zunahme des den Darm unverändert passierenden Anteils, im Verhältnis zur Fraßmenge die Kotabgabe. Das gewaltige Anwachsen der Fraßstärke gegen Ende des Raupenlebens ist also nicht nur eine Folge des durch das Wachstum bedingten Mehrbedarfs, sondern wird weiterhin auch verursacht durch die mit zunehmendem Alter beständig schlechter werdende Ausnutzung der aufgenommenen Nahrung“ (Schwerdtfeger, 1930c).

Der oben mitgeteilten Kotkurve der einzelnen Raupe entspricht auch der allgemeine Gang des Fraßes in den Beständen. Schwerdtfeger stellt hiervon verschiedene Kotkurven auf, von denen ich hier zwei wiedergebe (Abb. 425 u. 426). Auf der Ordinate sind die täglich je qm gesammelten Kotmengen, auf der Abszisse die einzelnen Tage der Versuchszeit angegeben. „Der Gang

des Kotfalls und damit des Fraßes verläuft in allen Beständen völlig parallel, unterschiedlich ist nur die Menge des Kotes, also die Zahl der fressenden Raupen; bis Ende September steigen die Kurven ganz langsam und allmählich an, dann verlaufen sie steiler, erreichen in 14 Tagen (gegen Mitte Oktober) ihren Kulminationspunkt und fallen darauf bis Ende Oktober ziemlich steil ab. Am 25. Oktober setzte kaltes, regnerisches Wetter ein, das bis zur Verpuppung der Mehrzahl der Raupen andauerte. Die Raupen saßen während dieser Zeit regungslos an den Nadeln, am Stamm und auf dem Boden und nahmen keine Nahrung zu sich. So dürften die Kurven im wesentlichen die ganze Fraßzeit umfassen."

„In die Biologie der Raupen übersetzt sagen die Kurven folgendes: die abgegebene Kotmenge und somit auch die aufgenommene Nahrungsmenge steigt stetig entsprechend dem Wachstum der Raupen bis Mitte Oktober an. Unterbrechungen des Fraßes durch Witterungseinflüsse oder den Vorgang der Häutung sind aus der Kurve nicht herauszulesen. Der Fraß erreicht seinen Höhepunkt Mitte Oktober, einzelne Raupen beginnen sich zu verpuppen, die Zahl der fressenden Individuen wird ständig geringer. Die Fraßintensität nimmt gewaltig ab; obwohl noch bis weit in den November hinein große Mengen von Raupen in den Kronen und an den Stämmen saßen, war die ab Ende Oktober fallende Kotmenge nahezu gleich Null[1]).

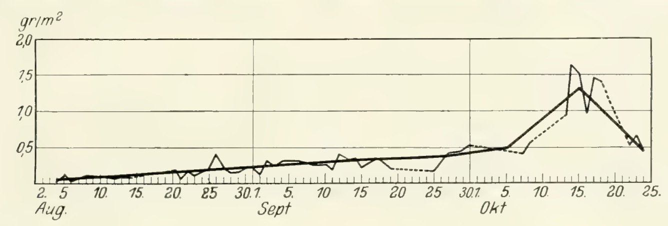


Abb. 425. Kotkurve im Bestand (Alter 75 Jahre). Raupenzahl je qm: 124, je Stamm: 1430. Nach Schwerdtfeger.

„Die Menge des gefallenen Kotes läßt sich durch Berechnung des Inhalts des von der Abszisse, der Ordinate und der Kurve gebildeten Polygons ermitteln. Die absolute Gesamtmenge hat für uns wenig Interesse, da sie in direkter Abhängigkeit zur Raupenzahl und zur vorhandenen Nahrungsmenge steht, wohl aber das Verhältnis der Kotmengen in den einzelnen Abschnitten der Fraßzeit. Es fand sich weitgehende Übereinstimmung in den Kurven. Es fielen

im 1.	2.	3.	4. Viertel der Fraßzeit
(5. bis 25. VIII.	26. VIII. bis 15. IX.	16. IX. bis 5. X.	5. bis 25. X.)
7	16	26	51 %

[1]) Einen ganz anderen Verlauf nimmt die Kotkurve bei einer zum Hungertod verurteilten Spannerpopulation. Nachdem die Raupen eine Zeitlang trockene, braune Nadeln gefressen hatten, begann gegen Ende September das große Sterben; die Kotmengen wurden allmählich geringer. Das ganz langsame, durch den Hungertod der Raupen verursachte Absinken der Kotkurve steht in charakteristischem Gegensatz zu dem in den obigen Kurven sich findenden schroffen Absinken als Folge der Verpuppungsreife (s. Abb. 427).

der Gesamtkotmenge. Im letzten Viertel der Fraßzeit fraßen die Raupen also mehr als in der gesamten vorhergegangenen Zeit. In den Monaten fielen: August 10%, September 30%, Oktober 60% der Gesamtkotmenge.

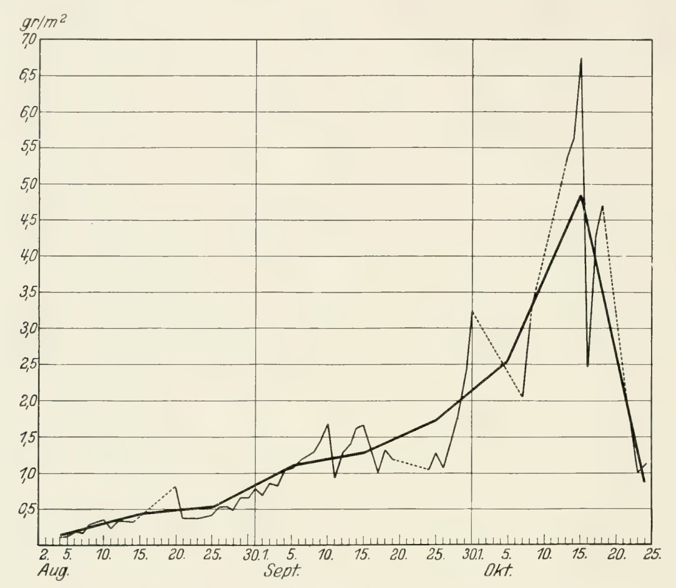


Abb. 426. Kotkurve im Bestand (Alter 45 Jahre). Raupenzahl je qm: 600, je Stamm 2430. Nach Schwerdtfeger.

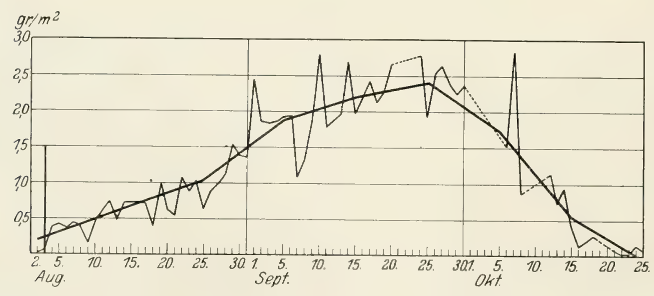


Abb. 427. Kotkurve im Bestand (Alter 45 Jahre) einer an Hunger zugrunde gehenden Spannerpopulation. Nach Schwerdtfeger.

Eine zahlenmäßige Erklärung für die bekannte Erscheinung, daß sich die durch den Spanner verursachten Schäden spät, meist erst im Oktober bemerkbar machen!“

Was den Einfluß der Witterung auf die Freßlust betrifft, so wird derselbe von manchen Autoren (Borchers 1929, Methner 1929) als besonders hoch eingeschätzt insofern, als bei kaltem, regnerischem Wetter die Freßlust der Raupen bis auf den Nullpunkt sinken soll[1]). Schwerdtfeger, der auch darüber Untersuchungen mit Kotfängen anstellte, kommt dagegen zu einem anderen Resultat: „Auch bei Regen fand sich Kot auf den Papierflächen, so daß von einem völligen Abdrosseln des Fraßes durch Regenwetter nicht die Rede sein kann. Die übrigen Witterungsverhältnisse haben, wie sämtliche Kurven übereinstimmend zeigen, nur geringen Einfluß. Die täglichen Schwankungen mögen zum Teil eine Folge von Sammelfehlern, zum Teil auf das Konto von Witterungsverhältnissen zu setzen sein, für die Tendenz der Kurve, für das stete langsame Ansteigen ist in überragender Weise maßgebend das Wachstum der Raupen" (Abb. 428).

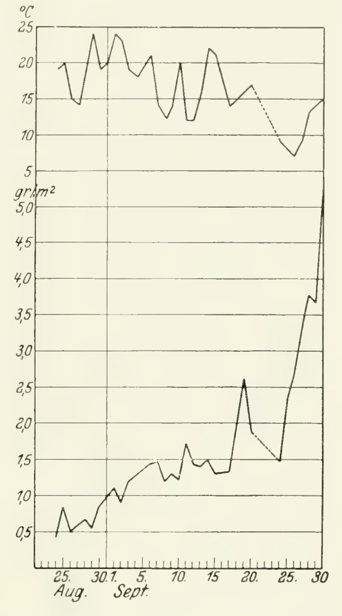


Abb. 428. Temperatur und Fraßtätigkeit der Spannerraupen. Oben Temperaturkurve, unten Kotkurve. Nach Schwerdtfeger.

Beweglichkeit der Raupen. — Nitsche (1896) spricht mit Recht von geringer Beweglichkeit und großer Trägheit der Spannerraupen. Sie verlassen den Ort ihrer Fraßtätigkeit nur sehr ungern und bleiben, wenn irgend möglich, während ihres ganzen Lebens in der Krone, die sie erst zur Verpuppung verlassen. Die jungen Raupen lassen sich selbst durch starke Erschütterung des Fraßbaumes nicht herunterbringen. Sie stellen sich bei Erschütterungen vielmehr „tot", ein Schutzreflex, den sie später verlieren. Die älteren Raupen dagegen lassen sich mehr oder weniger prompt bei Erschütterungen des Baumes an einem Gespinstfaden herunter, um sich aber dann meist bald wieder an demselben hinaufzuhaspeln. Ratzeburg (F. II. 183) hat diese eigentümliche Erscheinung zuerst beschrieben und auch abgebildet. „Die Raupen lassen sich auch wohl an langen Fäden herunter, an denen man sie aber schon während des ganzen Herbstes hie und da hängen sieht. Wenn sie bis zu einer Höhe von 5—7 Fuß über der Erde sich herabgelassen haben, fangen sie öfters mit einemmal wieder an, sich an dem Faden hinaufzuhaspeln, indem sie denselben um ihre Brustfüße wickeln und hin und her schaukeln."

Bei großen Massenvermehrungen werden die Raupen oft durch Nahrungs-

[1]) Man glaubte hierin auch eine Erklärung für verschiedentliche Mißerfolge bei der Spannerbekämpfung mittels Arsenbestäubung gefunden zu haben (siehe auch Escherich, 1929).

mangel bzw. Hunger veranlaßt ihren Geburtsbaum zu verlassen entweder durch Abspinnen oder durch Abwärtskriechen. Viele gelangen dabei auf Unterwuchs[1]), auf dem sie ihren Fraß fortsetzen, die andern, die auf den Boden gelangen, unternehmen hier keineswegs weite Wanderungen, sondern streben an dem nächstbesten erreichbaren Stamm wieder nach oben, „ohne Gefühl dafür, ob derselbe noch benadelt ist oder nicht" (Nitsche 1896). Fast alle Autoren stimmen darüber überein, daß die Spannerraupen keine Wanderungen z. B. in noch unbefallene Revierteile zwecks besserer Nahrungsversorgung machen; zahlreiche Versuche mit Leimstangen und Fanggräben lieferten einwandfreie Beweise hierfür (Nitsche, 1896, Wolff, S. 70 u. a.)[2]).



Abb. 429. Dichte Gespinste auf Fichtenunterwuchs, herrührend von Kiefernspannerraupen.

Normale, d. h. in der Biologie der Raupe begründete größere Ortsveränderungen finden nur im Herbst zum Zweck der Verpuppung statt, wobei sie ebenfalls entweder sich abspinnen oder den Stamm herabkriechen.

Das Spinnvermögen ist bei den Jungraupen nur wenig ausgebildet und nimmt bei den älteren immer mehr zu, schlägt also gerade die gegenteilige Entwicklungsrichtung wie bei der Eule ein, bei der das Eiräupchen das höchst ausgebildete Spinnvermögen besitzt.

Empfindlichkeit bzw. Widerstandsfähigkeit der Raupen gegen äußere Einflüsse. — Wie das langsame Wachstum, so ist auch die große Widerstandsfähigkeit gegen die Witterungseinflüsse, vor allem Frost, eine besondere Eigentümlichkeit des

[1]) Die Raupen sammeln sich hier bisweilen so massenhaft an, daß die Spinnfäden eine Art lockeren Gespinstes bilden. Bernas (1889) hat bereits auf diese Erscheinung hingewiesen, die wir bei der Geisenfelder Kalamität 1926 mehrfach beobachten konnten (Abb. 429).

[2]) Lediglich der Schwede Holmers berichtet über ausgedehnte Wanderungen der Spannerraupen.

Spanners, die mit dem bis in die rauhe und kalte Jahreszeit reichenden Spätfraß zusammenhängt.

Nur Jungraupen scheinen etwas mehr empfindlich zu sein und durch starke Gewitterregen usw. geschädigt zu werden, wie F. Eckstein (1923) aus verschiedenen Berichten der Praxis schließt. Wir selbst allerdings haben beim Ensdorfer Fraß 1925 keine Verminderung der Jungraupen durch die zahlreichen Gewitterregen im Juli und August konstatieren können.

Die älteren Raupen dagegen sind geradezu erstaunlich unempfindlich gegen Witterungseinflüsse[1]), vor allem gegen Frost. Wohl mögen naßkalte Witterung und Frost die Freßlust für kurze Zeit herabdrücken, doch vermögen sie nur selten die Raupen direkt zu schädigen oder gar zu vernichten, und es kann nicht eindringlich genug gewarnt werden, auf derartige Einflüsse ohne weiteres eine günstige Prognose aufbauen zu wollen. Im günstigsten Fall kann durch langandauernde oder immer wiederkehrende Regen oder Fröste die Nahrungsaufnahme vermindert werden, so daß das Wachstum noch mehr verlangsamt wird und die Raupen ihre Normalgröße nicht mehr erreichen, sondern zur Notverpuppung schreiten (wodurch natürlich die nächste Generation geschwächt wird).

Wie gering die direkte Einwirkung von heftigen Regen und vor allem Frösten auf das Leben der Raupen in den Kronen ist, darüber liegen zahlreiche Berichte vor. Schon bei Ratzeburg (W. I. 167) finden wir Angaben, wonach Fröste (in der Zeit vom 6.—18. Dezember) von —2 bis —5^0 R die Raupen nicht zu töten vermochten. „Die Tausende lebender Raupen waren unverändert grün, aber sie saßen sämtliche mit dem Kopf nach unten gegen den Zweig oder längs einer Nadel gegen die Scheide derselben gekehrt ... Am 8., als gegen Mittag die Sonne einige wärmende Strahlen entsandte, sah ich einige träge an den Nadeln fressen, auch an den Fäden hängend. Am 10., als draußen wieder alles erstarrt war, brachte ich mehrere Raupen in die warme Stube, wo sie sogleich beweglich wurden und nach 2 Tagen fraßen, ... um sich schon nach 4 Tagen zu verpuppen." „Am 18. Dezember (Temperatur mindestens —6 bis —8^0 R) änderte sich plötzlich die Szene. Ich erkannte bei der Revision gleich an der Mißfarbigkeit der Raupen das Absterben, obgleich letztere noch in ihrer alten Stellung an den Zweigen und Nadeln verharrten ..." „Nur wenige waren noch grün, aber auch diese blieben in der Wärme regungslos." Nach anderen Beobachtungen können die Raupen noch wesentlich tiefere Temperaturen ertragen. In einem Bericht der Regierung in Marienwerder vom 21. XII. 1908 (s. Wolff S. 82) heißt es: „Der Ende Oktober plötzlich eintretende Frost (bis —16^0 C) schien uns von dem Spanner zum größten Teil befreien zu wollen, da die Raupen in großer Menge an den Stämmen herabwanderten und dabei erfroren zu sein schienen. Leider ist der Tod nur bei einem kleinen Teile von ihnen eingetreten, die große Mehrzahl war nur verklammt und ist bei Eintritt wärmeren Wetters zunächst wieder aufgebaumt und nachher zur Verpuppung gelangt." Ähnliches berichtet Gieseler (1904) aus der Letzlinger Heide: „Ende November 1902, als die Raupe noch auf den Bäumen fraß, trat plötzliche Kälte ein, die —15^0 C erreichte. Die Raupen schienen erfroren zu sein, so steif lagen sie

[1]) Mit Ausnahme vielleicht der letzten Raupenzeit (des Vorpuppenstadiums) s. unten S. 494.

massenhaft am Boden und hingen sie an den Bäumen. Doch kaum wurde die Witterung wieder gelinder, so waren sie alle wieder mobil, fraßen zum Teil noch weiter und zum Teil suchten sie ihr Winterlager auf."

Die hohe Wetter- und Frostfestigkeit der in den Kronen befindlichen Spannerraupen geht auch aus folgendem Bericht Knauths (1896, S. 49) deutlich hervor: „Am 21.—24. Oktober war ziemlich empfindlicher Frost und Reif eingetreten, welcher gemäß der Ergebnisse des Probesuchens vom 28. Oktober keinen Einfluß auf die Spannerraupen gehabt hat, während ein Teil der Blattwespen-Afterraupen die Verspätung ihrer bereits unterm 15. Oktober begonnenen Verpuppung mit dem Tode gebüßt hat. Der 29. Oktober brachte dann leichten Neuschnee, welcher wohl 6—8 Stunden ziemlich ausgiebig in den Wipfeln hängen geblieben war, dann am selbigen Tage abschmolz und gleichfalls den Spannerraupen nur ganz geringen Abbruch zu tun vermochte. Man mußte die wenigen, allerdings erstarrten Raupen am Boden förmlich suchen. In kurzem Wechsel erfolgte am 1. November abermals empfindlicher Frost, so daß die Wege selbst in den geschlossenen Beständen hart gefroren waren. Mit diesem Froste war den noch lebenden Blattwespen der Rest gegeben; die ganzen Klumpen wurden, wie sie beim Fressen ineinander verschlungen waren, erfroren und nach einigen Tagen verdorrt gefunden, während die in verhältnismäßiger Höhenlage, im Innern der Bestände und in den Baumkronen arbeitenden Spannerraupen durch denselben abermals nicht belästigt worden sind. Es waren in jenen Tagen gleichfalls nur vereinzelte Exemplare zu finden, die erstarrt und leblos am Boden lagen, während der Hauptbestand in den Baumkronen geblieben ist und notorisch weiter gefressen hat bis gegen Ende des Monats November bzw. sogar Anfang Dezember."

Auch den in der Streudecke befindlichen, vor der Verpuppung stehenden Raupen vermag der Frost nichts anzuhaben. Wolff (S. 83) führt einen Fall aus dem Tuchler Fraßgebiet an, in dem die Raupen den ganzen Winter über in der gefrorenen Streudecke lagen, um sich erst im Frühjahr zu verpuppen. Dagegen scheint allzu große Feuchtigkeit den Raupen im Vorpuppenstadium recht schädlich werden zu können, so daß dieselben nicht mehr zur Verpuppung gelangen (Laboratoriumsversuche von Wolff, S. 108).

Aus allen diesen Beobachtungen und Angaben, die noch um ein Vielfaches vermehrt werden könnten, geht das Eine zweifellos hervor, daß die Spannerraupe (mit Ausnahme vielleicht der allerersten und der allerletzten Lebenszeit) durch eine ganz außergewöhnliche Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse, vor allem gegen Kälte, ausgezeichnet ist.

Andererseits fehlt es auch nicht an Berichterstattern, die Gegenteiliges, nämlich massenhaftes Eingehen der Raupen nach Frösten usw. festgestellt haben wollen. Nach den obigen positiven Beobachtungsergebnissen kann jedoch diesen Angaben wenig Wert beigemessen werden, zumal nirgends ein Beweis erbracht ist, daß das Aufhören des Fraßes bzw. das Eingehen der Raupen nicht auf andere Ursachen (Parasiten, Krankheiten) zurückzuführen war. Außerdem ist auch zu bedenken, daß ein Steiffrieren nicht, wie es häufig geschieht, mit tot gleichzusetzen ist, sondern daß vielmehr steifgefrorene Raupen nach langer Zeit wieder zum Leben erwachen können (vgl. das im I. Bd. des Werkes über „Anabiose" Gesagte).

Die Bionomie der Puppe.

Die Raupen suchen zur Verpuppung den Boden auf, sei es durch Abspinnen oder auf dem Wege über den Stamm. Unten angekommen, wandern wohl die meisten Raupen erst kleinere Strecken über den Boden hin, bevor sie sich einbohren. Daher findet auch die Verpuppung durchaus nicht vor-

nehmlich in der Nähe des Stammes oder unter dem Schirm der Fraßbäume statt, sondern meist über den ganzen Bestand zerstreut (siehe auch Altum 1890). Die Raupen bohren sich mehr oder weniger tief, meist 4—5 cm, in die Bodendecke ein, um entweder an der Grenze des Mineralbodens oder bei dünner Decke und in Orten, in denen die Streu regelmäßig entfernt wird, auch im Mineralboden selbst sich zur Verpuppung einzurichten. Sie bleiben hier längere Zeit, in der Längsrichtung zusammengezogen, liegen, ehe sie sich verpuppen. Dieses Vorpuppenstadium (Abb. 430) kann von 2 Wochen bis zu mehreren Monaten dauern. In der Regel bei einigermaßen günstigen Witterungsverhältnissen erfolgt die Verpuppung frühestens Mitte bis Ende Oktober bis anfangs November, um aber im gegenteiligen Extrem bis zum Januar, ja in einzelnen Fällen sogar bis zum März und April hinausgeschoben zu werden. „Es hat den Anschein," schreibt F. Eckstein (1923, S. 279), „als ob stets dann, wenn eine anormal späte Verpuppung der Raupe nach ihrem Eindringen in den Boden festzustellen ist, eine Beschädigung derselben stattgefunden hat. Eine lang ausgedehnte ‚Bodenruhe' der Raupen finden wir daher fast stets bei einer allmählich ausklingenden Massenvermehrung einer zu Ende gehenden Kalamität." Daß die Witte-



Abb. 430. Verschiedene Phasen des Vorpuppenstadiums von *Bupalus piniarius* L.

rungsverhältnisse dabei eine wichtige Rolle spielen, geht aus einem Vergleich der Kalamitätenjahre 1911 und 1912 deutlich hervor: 1911 niederschlagsarm, hohe Temperaturen, Verpuppung Oktober bis November — 1912 niederschlagsreich, niedere Temperaturen, Verpuppung meist erst im folgenden Kalenderjahr bis in den Februar und März hinein.

Die Verpuppung geschieht ohne jegliche Gespinstbildung, die Puppe liegt völlig nackt im Boden, auf höhere oder tiefere Schichten verteilt[1]).

Knauth (1895) ließ über die Verteilung genaue Untersuchungen beim Oberpfälzischen Fraß anstellen, wonach

in der Moos- und Nadeldecke 35% der Puppen,
in der eigentlichen Humusschicht 60% der Puppen,
im Mineralboden 5% der Puppen

lagen. Leythäuser (1897, S. 455) gibt die entsprechenden Zahlen mit 25—30%, 60% und 10—15% an. In anderen Böden, z. B. mit geringer Streu-

[1]) Nach Bernas (1889/90) können sich auch die Puppen selbst aktiv in den Boden einbohren: In Waldsteinruh wurde beobachtet, daß „von den durch die Entfernung der Moosdecke auf der sandigen Erdoberfläche freigelegten Puppen nur die matten von der kalten Regenzeit getötet wurden, die frischeren sich durch Bewegung ihres Hinterleibes in die Erde einzubohren suchten, was manchen bis auf $1^1/_2$ Zoll Tiefe gelang".

decke, werden sich natürlich andere Zahlen ergeben; Jucht (1925) fand bei geringer Streudecke 40% der Puppen im Sand, bei schwacher reiner Nadeldecke 62%, bis bei Böden, die der Streu fast völlig entblößt sind, bis 100% der Puppen auf den Mineralboden entfallen. Letzteres hatten wir selbst bei der jüngsten Spannerkalamität in der Oberpfalz (1926/27) in manchen derartigen vollgerechten Forstorten zu beobachten Gelegenheit. Ratzeburg (W.) zitiert übrigens einen Bericht, wonach auch an solchen Orten, die eine sehr starke Moosdecke hatten, Spannerpuppen in dem Mineralboden gefunden wurden[1]).

Es scheint, daß auch die Art der lebenden Bodendecke nicht ohne Einfluß auf die Verpuppung bleibt. Wolff gibt an, daß „unter starken Beerkrautdecken oder unter hohem und dichtem Heidekraut, ebenso unter den Polstern des den Boden stark durchwurzelnden *Polytrichum formosum* auffallend wenig Puppen gefunden wurden[2]). Laboratoriumsversuche zeigten dann auch, daß die Spannerraupe nicht kräftig genug ist, um tiefer in den dichten Wurzelfilz einzudringen; sie bohrten sich nur da weiter ein, wo Risse ihr das möglich machten. Jucht (1925 S. 220) dagegen fand unter starken Beerkrautdecken ebenso viele Puppen wie in beerkrautfreien Orten.

Wie die Raupe, so ist auch die Puppe sehr widerstandsfähig gegen Witterungseinflüsse. „Gegen Frost sind die Puppen praktisch als ganz unempfindlich anzusehen. In Junkenhof hatten die Puppen den Aufenthalt in der fest gefrorenen Humusschicht ausgezeichnet vertragen" (Wolff S. 97). Allerdings scheint dem eine Beobachtung, die Eidmann (1926a) mitteilt, zu widersprechen: „Auf den Versuchsflächen der Forstämter Burglengenfeld, wo durch Umhacken der Streudecke die Puppen freigelegt waren, gingen bei einem Nachtfrost von —7° C am 22/23. April sämtliche freiliegenden Puppen zugrunde, wobei die bloßliegenden olivgrünen Partien sich deutlich verfärbten." Durch kaltes, regnerisches Frühjahrswetter wird das Tempo der Entwicklung des Schmetterlings in der Puppe wesentlich verlangsamt (bis eben die nötige Wärmesumme erreicht ist). Die Verzögerung kann mehrere Wochen betragen (Leythäuser, 1897; Wolff, 1913).

Auch gegen Vertrocknen scheint die Spannerpuppe nicht so empfindlich zu sein, wie vielfach in der Praxis angenommen wird (im Gegensatz zur Eulenpuppe, s. unten). Das Freilegen der Puppen z. B. durch Streurechen oder Beharken bedeutet durchaus nicht ohne weiteres deren Eingehen; die Puppen können vielmehr das Freiliegen, ebenso die damit verbundene intensive „Belichtung" im allgemeinen recht gut vertragen, wie sowohl aus vielen Berichten, als auch aus verschiedenen Versuchen Wolffs und Juchts hervorgeht (Wolff, S. 103—106, Jucht, S. 227)[3]).

---

[1]) Bei Wolff (S. 92) findet sich eine Mitteilung aus Danzig vom Jahre 1908, daß die etwa zu gleichen Teilen vorhandenen Raupen und Puppen klumpenweise und tief im Sande unter der Humusschicht zusammengelegen haben. Wolff hält dies für einen rein zufälligen Befund, vielleicht zum Teil für das Werk der Waldmaus, die ja gelegentlich ihre Beutetiere in der beobachteten Art in ihren Gängen zusammenbringt.

[2]) Vergleiche unten die Angaben von Vietingshoffs über den Einfluß der Bodenflora auf die Verpuppung der Eule.

[3]) Des allgemeinen Interesses halber sei noch die große Unempfindlichkeit der Spannerpuppen — die sie vielleicht mit allen Puppen teilt — gegen Röntgenstrahlen erwähnt, wie sich gelegentlich von Versuchen, die Herr Dr. Wallnöfer hier anstellte, erwies.

Endlich sei noch erwähnt, daß sich die Spannerpuppen (wie wohl die meisten Schmetterlingspuppen) gegen eine Reihe von chemischen Stoffen (Kalisalze, Petroleum usw.), mit denen wir draußen im Freien Versuche machten, völlig unempfindlich erwiesen haben, und daß sie auch manch kräftige mechanische Einwirkung ohne Schaden vertragen können[1]).

Die Zeit der Puppenruhe ist, wie aus den sehr verschiedenen Verpuppungsterminen (siehe oben) hervorgeht, sehr ungleich lang. Normalerweise beträgt sie annähernd $6^1/_2$—7 Monate; sie kann jedoch, wenn die Verpuppung erst im März stattfindet, auf etwa 4—5 Monate verkürzt werden (die Wärmesumme wird ja in dieser Jahreszeit auch viel schneller erreicht).

Das Ausschlüpfen der Falter vollzieht sich gewöhnlich in den frühen Morgenstunden, in denen man die frischgeschlüpften Tiere mit noch unentfalteten Flügeln am Boden, an Gräsern oder Forstunkräutern sitzend finden kann. Daß der Falter beim Emporkriechen vom Puppenlager an die Oberfläche stets den Gang benützt, der von der sich einbohrenden Raupe gefertigt wurde, und daß andernfalls, d. h. wenn dieser Gang nicht mehr besteht, der Schmetterling nicht nach oben gelangen könne, sondern zugrunde gehen müsse — diese Meinung, die in manchen Berichten aus der Praxis aufgestellt wurde, trifft nicht zu, wie ja jeder Züchter ohne weiteres feststellen kann (s. auch Wolff S. 90).

Epidemiologie.

Ätiologie.

Zederbauer (1911) kommt bei seinen eingehenden Untersuchungen über die Zusammenhänge von Klima und Gradation zu dem Ergebnis, daß der Spanner (gleich wie der Spinner, die Eule und die Nonne) sein Hauptgradationsgebiet in regenarmen Landstrichen mit 400 bis 800 mm Niederschlagsmenge hat. Nach unseren über mehr als hundert Jahre sich erstreckenden Erhebungen fallen weitaus die meisten Gradationen in Gebiete mit 500—600 mm Niederschlagsmenge, nur ein verhältnismäßig geringer Prozentsatz in Gebiete mit 600 bis 700 mm, und diese sind mit wenigen Ausnahmen auf die südliche Hälfte Deutschlands beschränkt (siehe Karte 4). Die Jahresdurchschnittstemperaturen der Hauptspannergebiete liegen (mit einer Ausnahme) über 7°, meist über 8° (Karte 3)[2]), und was die Höhenlagen betrifft, so dürfte in Deutschland die oberste Grenze bei 600 m zu suchen sein.

Wolff und F. Eckstein sind bezüglich der klimatischen Verhältnisse zu ganz ähnlichen Resultaten gekommen — Wolff bezeichnet „als die Standorte für die Entwicklung der Spannerkalamitäten ausgesprochene

[1]) Die Angaben von der Oberförsterei Hagen, daß die Spannerpuppen so empfindlich seien, daß von mit der Hand gesammelten Puppen nur 7—12% zur Entwicklung kamen, beruhen, wie auch Wolff S. 96 bemerkt, auf völlig irriger Auslegung. Die vielen Tausenden von Puppen, die wir oft recht schlecht verpackt erhielten und die infolgedessen während des Transportes stark durcheinandergeschüttelt worden waren, ergaben zum größten Teil (soweit sie nicht parasitiert waren) gesunde Falter.

[2]) Allerdings wäre hierbei noch zu berücksichtigen, daß die jahreszeitliche Verteilung von Niederschlag und Temperatur den ausschlaggebenden Einfluß auf den Gang der Gradationen ausüben dürfte (vgl. Ecksteins Angaben auf S. 503).

Trockengebiete und hier wieder sonnige Kuppen" — und auch für Schweden scheinen dieselben Gesetzmäßigkeiten Geltung zu haben, indem nach Trägårdh (1919) Spannergradationen „nur im östlichen Schweden vorkommen, wo die jährliche Niederschlagsmenge geringer als 550 mm ist."

Vergleichen wir die Gradationskarte des Spanners mit der der Eule (s. unten), so sehen wir einerseits, daß sich die Gradationsgebiete der beiden Schädlinge vielfach decken, andererseits können wir aber auch Unterschiede feststellen: einmal umfassen die Eulengebiete größere zusammenhängende Flächen als die Spannergebiete und sodann geht der Spanner wenigstens in Nord- und Mitteldeutschland mehr nach dem Westen (Elbegebiet) und auch weiter

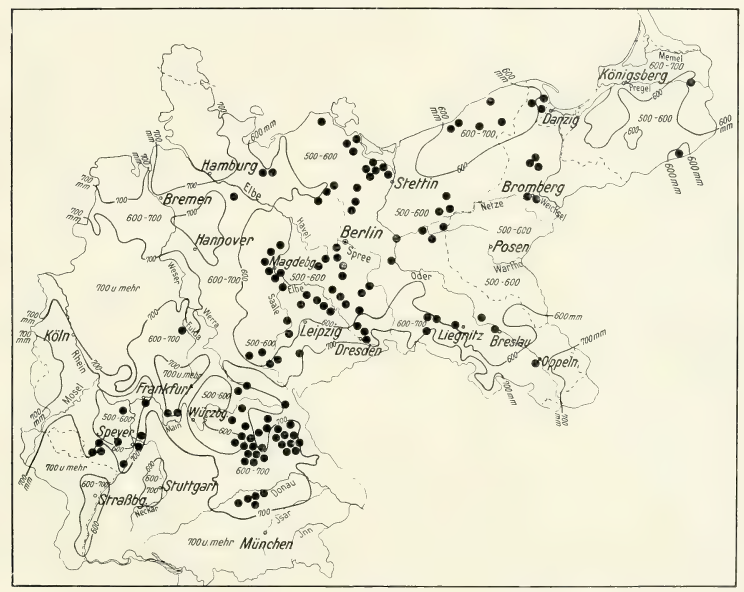


Karte 3.
Gradationskarte des Kiefernspanners: Schadgebiete und Jahresisothermen.

nach Süden. So sind südlich der Donau nennenswerte Eulengradationen noch nicht vorgekommen, während der Spanner in der Ingolstädter Gegend die Donau nach Süden überschreitet und dort schon zu wiederholten Malen um Geisenfeld herum zu schweren Kalamitäten geführt hat (Karte 3 und 4). Danach scheinen also beim Spanner die Bindungen (durch Klima usw.) etwas weniger eng zu sein als bei der Eule.

Nicht alle Kiefernwälder in dem hier aufgezeichneten, durch Niederschlagsmengen und Jahresisothermen umgrenzten Gebiet sind den Spannerangriffen in gleicher Weise ausgesetzt, sondern es sind meist bestimmte Alter, Lagen und Waldtypen, die befallen werden und denen also eine besondere Disposition für Spannergradation innewohnt.

Was ist die Ursache, daß bestimmte Lagen und gerade ein bestimmtes Alter der Wälder vom Spanner bevorzugt wird? „Warum", fragt Friederichs, „wird ein Bestand kahlgefressen und ein benachbarter verschont?" „Warum sind es meist nur gewisse ‚Lagen', in denen der Spanner katastrophal auftritt, während benachbarte Bestände grün bleiben?" Als ausgeschlossen darf es gelten, daß die betreffenden Bäume den Raupen als Nahrung nicht zusagen. „Sie bleiben vielmehr deshalb verschont, weil in ihnen auch in den Spannerjahren Verhältnisse vorliegen, die in den gefährdeten Beständen nur in den gewöhnlichen Jahren obwalten. Was unterscheidet nun die gefährdeten Lagen von anderen? Offenbar das, was in der



Karte 4.
Gradationsgebiete des Kiefernspanners: Schadgebiete und Niederschlagsmengen.

epidemiologischen Literatur als ‚örtliches Klima' nicht sehr genau bezeichnet wird."

Für die zur Erörterung stehenden Fragen müssen wir, wie im allgemeinen Teil bereits angeführt ist, unterscheiden: „1. Das allgemeine meteorologische Klima, 2. das standörtliche Klima (eines Waldes, eines Berghanges), 3. das Kleinklima, die Verhältnisse eines Habitat, einer einzelnen Stelle im Standort, wo unser Schädling lebt. Eine Spannerpuppe, die sich unter einer Buche oder in einer kleinen Senkung verpuppt, befindet sich in ganz anderen physiographischen Verhältnissen als eine andere, die nicht weit davon unter oder in einer dicken Rohhumusschicht ruht. Denn nachdem im Frühjahr die Buche sich belaubt hat, fängt sie die Sonnenstrahlen ab, deren

Wärme für die Entwicklung des Spanners zur Imago nicht ohne Bedeutung sein kann, zum mindesten den Zeitpunkt seines Erscheinens bestimmen wird. Seine Nachkommenschaft erscheint vermutlich später als die der früher fliegenden Spanner, was für ihr Gedeihen nicht unwesentlich sein kann, denn die Sonnenwärme (Mecklenburgs) reicht ohnehin nur aus zu einer sehr späten, vielfach erst zu Winteranfang erfolgenden Beendigung der Raupenentwicklung. Leben mehrere Generationen von Spannern unter solchen Verhältnissen, so ist diese Spannerbevölkerung schwer benachteiligt und mag schließlich da, wo entsprechende Verhältnisse vorherrschen, fast erlöschen. Diese Verhältnisse bedürfen selbstverständlich weiterer experimenteller Aufklärung."

„Die Ökologen versuchen die klimatischen Verhältnisse zu 2 und 3 zu erfassen und begegnen dabei nicht geringen Schwierigkeiten. Der umfassendste Ausdruck dieser Verhältnisse ist die Verdunstung. Aber wenn diese gemessen wird, zeigt sich, daß sie ganz verschieden ist an verschiedenen Stellen ein und desselben Standortes, etwa einer schattigen und einer sonnigen Stelle, und H. Walter kommt gar zu dem Schluß, daß es „allgemeine Standortsbedingungen" für ein größeres Gebiet nicht gibt. Harris u. a. versuchen mit biometrischen Methoden gleichwohl die Verdunstung in gewissen Waldtypen mit der in anderen zu vergleichen. Wir werden in der gleichen Richtung arbeiten müssen, um epidemiologisch voranzukommen, dazu Raupen unter verschiedenen Verhältnissen von Temperatur, Feuchtigkeit und Licht aufzüchten und die Mortalität feststellen müssen. Es kann schon heute als sehr wahrscheinlich bezeichnet werden, daß wir auf diesen beiden Wegen zusammen zum Ziel gelangen werden, denn mit der Möglichkeit, daß innere, in der Raupe liegende Faktoren zuzeiten eine stärkere Vermehrung herbeiführen, brauchen wir vorerst gar nicht zu rechnen."

„Wodurch ist nun das ‚Bestandesklima' bedingt? Erstens durch die Lage im Gelände. Zweitens durch die Bodenbeschaffenheit einschließlich der Streudecke. Drittens durch die Pflanzendecke. Viertens unter Umständen auch durch Tiere, etwa durch einen großen Wildstand, der jeglichen Unterwuchs vernichtet. Die Verhältnisse zu 1. und 2. entziehen sich unserer Einwirkung, wir wollen nur bei dem dritten Punkt verweilen. Es ist selbstverständlich, daß in verschieden alten, in sich aber gleichalterigen Beständen ein verschiedenes Bestandesklima herrscht. In der Dickung ist Windstille und Schatten; der Boden ist daher kühl; seine Feuchtigkeit wird durch die geringe Dicke der Streudecke beeinflußt. In hohen fast schlagreifen Beständen gelangt mehr Sonne zum Boden als in jüngeren; dieser muß daher wärmer, und soweit nicht eine starke Streudecke etwa viel Rohhumus modifiziert, trockener sein. Jedenfalls wechselt das Bestandesklima mit dem Alter und der damit erfolgenden Auflichtung der Bestände: eine Selbstverständlichkeit, aber der springende Punkt, welcher den verschiedenen Grad des Befalls der Altersstufen hypothetisch zu erklären geeignet ist. Wir dürfen annehmen, daß für die Raupe oder für die Puppe oder für beide oder für die Imago nur bestimmte Altersstufen des Bestandes zusagende Verhältnisse des Bestandesklimas gewähren, und daß daher in jungen Beständen immer das eine oder das andere Entwicklungsstadium des Spanners nicht gut gedeihen kann, daß andererseits in älteren Beständen bei günstigem Wetter das betreffende Stadium sich in so günstigen klimatischen Verhältnissen befindet, daß die Mortalität bis zu dem Grade herabgedrückt ist,

welche Gradation bedeutet. Man muß mit der Möglichkeit rechnen, daß diese günstigen Wetterverhältnisse ziemlich komplizierter Art sein mögen, daß ihnen ein Rhythmus des Wetters zugrunde liegen kann und daß dieser nicht allein die Mortalität der Eier, Raupen und Puppen beeinflussen mag, sondern auch die Vermehrungsenergie des Falters, sei es, daß es sich um Wetterverhältnisse handelt, die ihn als solchen treffen oder die er während seiner Entwicklung erlebt hat. Außerdem wird natürlich der Massenwechsel der Parasiten beeinflußt."

„Versuchen wir uns eine genauere Vorstellung von den Verhältnissen zu machen, die die verschiedenen Grade der Eignung verschiedener Altersstufen der Bestände für den Spanner bedingen, so kann folgendes gesagt werden: Wenn die Dickung zum Stangenholz heranwächst, beginnt die Auflichtung des Bestandes. Die Sonne beginnt den Boden stärker zu erwärmen und die Erwärmung steigert sich im Verhältnis der Auflichtung; es wird ein Grad derselben erreicht, der für die Spannerpuppe günstig ist, indem er die zu ihrer Entwicklung im Frühjahr erforderliche Wärmesumme darstellt, so daß mehr Spanner als vorher zu rechtzeitiger Entwicklung oder zur Entwicklung überhaupt gelangen; und jetzt ist das Alter des Bestandes herangekommen, in dem bei günstigen Wetterverhältnissen Massenvermehrung zu erwarten ist. Welches Alter oder was dasselbe heißt, welcher Grad der Auflichtung hierfür erforderlich ist, das hängt offenbar von dem allgemeinen Klima ab; von den in verschiedenen Klimazonen sehr unterschiedlichen mittleren und maximalen Temperaturen der in Betracht kommenden Monate, indem diese Temperaturen zusammen mit anderen Verhältnissen einen rascheren oder langsameren Wuchs der Bestände bedingen, deren Auflichtung demgemäß nicht überall gleich schnell vonstatten geht. Mit anderen Worten, auch bei gleichem Grad der Auflichtung wird die Erwärmung des Bodens je nach Klima und Wetter verschieden stark sein; sie wird in der einen Gegend und in dem einen Jahre stärker sein als anderswo bzw. in einem anderen Jahre, und so sehen wir, soweit die Wärmeansprüche der Puppe in Frage stehen, die epidemiologischen Voraussetzungen der Spannerkalamität in großen Zügen vor uns, haben aber die „ökologische Valenz" in dieser wie in anderen Hinsichten noch experimentell zu untersuchen, um die erforderliche Wärme (und Feuchtigkeit) genau zu kennen. Kaum nötig zu sagen, daß auch die Art der forstlichen Bewirtschaftung diese Verhältnisse beeinflußt und daß sie in dieser typischen Form nur dann sich entwickeln, wenn die Bäume des Bestandes von gleichem Alter sind."

„Gefolgert werden kann aus dem Vorstehenden, daß in einem kühlen Klima die Altersgrenze der Gefährdung der Kiefer durch den Spanner nach oben sich verschieben muß, und tatsächlich sind in Mecklenburg-Schwerin, das größtenteils zum nordatlantischen Klimabezirk gehört, Dickungen und jüngere Stangenhölzer weniger gefährdet als höhere Altersstufen, während in dem zum subsarmatischen Bezirk gehörigen Mecklenburg-Strelitz die Dinge schon etwas anders liegen" (Friederichs).

Im allgemeinen sind es vor allem dürftige, schlechtwüchsige, auf magerem Boden stockende Bestände von 25—70 Jahren, die dem Spanner zum Opfer fallen. In den meisten Berichten kehren die Angaben immer wieder, daß derartige Wälder in den „Spannerjahren" zuerst und am stärksten befallen waren.

Eine besondere Bedeutung scheint der Trockenheit bzw. Feuchtigkeit des Bodens zuzukommen. Bei dem großen Spannerfraß in der Tucheler Heide standen die feuchten Senken und Mulden mit ihren unversehrten Bäumen „als fast vollendete Oasen inmitten der stark gelichteten Wipfel des übrigen Bestandes" (Wolff S. 254). Auch anderwärts wurden ähnliche Beobachtungen gemacht (s. F. Eckstein S. 254). Es ist jedoch zu weit gegangen, wenn Wolff Kiefernbestände, die auf feuchten Lagen stocken, direkt als immun ansieht (S. 109), denn es liegen auch gegenteilige Beobachtungen vor. So berichtet das Forstamt Schrobenhausen (Oberbayern), daß gerade die Hauptfraßstellen „sehr zu Nässe neigen", und aus den Forstämtern Nürnberg und Erlangen sind Fraßbeschädigungen aus anmoorigen bzw. moorigen Böden bekannt geworden (F. Eckstein, S. 255, und Nitsche, 1895). Es mag sich hier um Ausnahmen handeln; doch geht aus diesen hervor, daß unter gewissen Umständen (die uns noch nicht näher bekannt sind) eine „Immunität" nasser Böden nicht besteht.

Daß die Bodendecke nicht ohne Bedeutung auf die Spannervermehrung sein kann, geht aus dem eben über Feuchtigkeit Gesagten ohne weiteres hervor. Hängt doch der Feuchtigkeitsgehalt sehr wesentlich von der Art der Bodendecke ab. Eine Moosdecke z. B. besitzt ein weit höheres Speicherungsvermögen an Feuchtigkeit als eine Grasnarbe oder ein grobmaschiges Wurzelgeflecht von Heide und Beerkraut.

Friederichs äußert sich in seiner epidemiologischen Studie nach Angaben Völkers in ähnlichem Sinn über den Einfluß der Bodendecke: „Im Gegensatz zu den stark wandelbaren Einflüssen des Baumbestandes wirken Boden und Bodendecke stets gleichsinnig, und zwar dahin, daß sie die Folgen der Auflichtung für die Puppe stark modifizieren. „Betrachten wir auf der einen Seite Verhältnisse, wie sie in der Letzlinger Heide vorliegen: im allgemeinen nur eine schwache Bodendecke, oft nur eine dünne Nadeldecke mit sehr schwacher Rohhumusschicht, die Puppen liegen mehr im wasserdurchlässigen, gleichmäßig trockenen Sand. Auf der anderen Seite unsere mecklenburgischen Verhältnisse: bis in das höhere Bestandesalter hinein mäßige Hypnum- und Dicranum-Decken mit starker Rohhumusunterlage, die später mehr oder weniger von Gräsern durchsetzt werden. Moos und Rohhumus sind beträchtliche Wasserspeicher, die namentlich im atlantischen Klimagebiet (Winterniederschläge reichlicher und meist als Regen!) oft längere Zeit hindurch erhebliche Feuchtigkeitsmengen in sich bergen. Die Puppen dürften unter letzterem zu leiden haben. Erhebliche Verluste treten ein. Dazu kommen die im gleichen Sinne wirkenden, an den Rohhumus gebundenen stärkeren Grade von Azidität. Daraus folgt aber, daß der zunächst in der Auflichtung begründete Beginn des durch Gradation gefährdeten Alters hinausgeschoben wird."

Dazu kommt vielleicht noch das mechanische Hindernis, das den in den Boden eindringenden Raupen durch gewisse Bodendecken, z. B. durch ein sehr dichtes Wurzelgeflecht, entgegengesetzt wird und die Raupen an der Verpuppung hindert. Daß das völlige Fehlen einer Streudecke (in streuberechten Wäldern) gradationshemmend wirkt oder gar Immunität bedeutet, ist, wie oben schon betont, nicht richtig, da die Raupen sich dann in den mineralischen Boden zur Verpuppung einbohren. Zudem ist die Trockenheit, die hier herrscht, ein direkt günstiges, förderndes Moment für die Spannerentwicklung (gesunde Überwinterung), wie man ja

auch immer wieder beobachten kann, daß die sonnigen, wärmeren und trockenen Orte, wie Südabhänge von Kuppen usw., besonders stark befallen sind.

Ob außer den hier behandelten Faktoren auch dem Ernährungszustand des Baumes selbst eine gewisse Bedeutung für die Entwicklungsbedingungen des Spanners zukommt, diese Frage, die Wolff aufgeworfen hat, möchte ich vorerst mit F. Eckstein verneinen. Wenigstens gibt uns die Biologie des Spanners, soweit sie uns bekannt ist, keine Anhaltspunkte dafür, während wir aber andererseits wissen, daß die Bodenverhältnisse, die die Ursache der Schlechtwüchsigkeit sind, die Entwicklung des Spanners stark begünstigen. Der schlechte Ernährungszustand der Bäume und die Spannergradation hängen also wohl nur insofern zusammen, als beiden die gleiche Ursache (trockene, arme Böden) zugrunde liegen.

Als gradationsauslösende Faktoren kommen wohl auch beim Spanner in erster Linie die meteorologischen Verhältnisse in Betracht. „Trockene, warme Jahre" sind es, die die Entwicklung einer Spannerkalamität begünstigen, schreibt Nitsche. „Die trockenen, für Insektenvermehrung so günstigen Sommer der Vorjahre und günstiges Wetter zur Flugzeit des Schmetterlings in den nachfolgenden Jahren dürften wohl als erster Grund der Massenvermehrung anzusehen sein," meint Leythäuser, während in einem Bericht der Oberförsterei Warlubien (aus dem Jahre 1908) „dem auffallend warmen und trockenen Herbst" besondere Bedeutung für die Zunahme des Spanners zugeschrieben wird.

F. Eckstein, der sich eingehend mit dieser Frage beschäftigt hat, schreibt: „in letzter Linie scheint jedoch stets die Witterung derjenige Faktor zu sein, der durch hervorgerufene Störungen in den wechselseitigen Beziehungen der Organismenmengen zueinander das treibende Moment für das Zustandekommen des Mißverhältnisses zwischen dem Schädling und seinen Feinden bildet, und zwar besonders dann und dort, wo die geringen Niederschlagsmengen im Trockengebiet einen besonders niedrigen Stand erreichen." Zum Beleg dieser Anschauung gibt er eine Tabelle über die Jahres-Niederschlagsmengen von 40 Jahren (1897—1918), aus der deutlich ersichtlich ist, daß der Beginn der Spannerperioden stets in besonders niederschlagsarme Zeiträume fällt. Trägårdh gibt an, daß in den der Spannervermehrung vorhergehenden Jahren die jährliche Niederschlagsmenge allmählich um 15—27 % herabgesunken war.

Wie die Witterungsverhältnisse im einzelnen wirken, d. h. auf welche Zeit im Jahre bzw. auf welche Entwicklungsstadien des Spanners sie besonderen Einfluß ausüben, darüber wissen wir noch recht wenig. F. Eckstein hat auch über diese Frage aus den Akten Aufschluß zu erhalten versucht. Er kam durch Vergleich der Temperatursummen einmal während der Raupenperiode (August bis November) und sodann während der Puppenperiode (Dezember bis Mai) im Ablauf einer Kalamität zu dem Ergebnis, daß der Beginn einer Gradation durch hohe Temperatursummen während der Raupenperiode und niedere Temperatursummen während der Puppenperiode charakterisiert wird; und umgekehrt, daß mit allmählich abklingender Kalamität die Temperaturen während des Raupenstadiums sich erniedrigen, dagegen während der Puppenruhe stark in die Höhe gehen. Andererseits

wirkt die Niederschlagsmenge gleichsinnig auf das Raupen- und Puppenstadium, indem der Beginn der Gradation durch niedere und das Ende durch hohe Niederschlagsmengen sowohl während der Raupen- als auch der Puppenzeit gekennzeichnet ist. Nach F. Eckstein scheint ferner die März-April-Witterung eine ganz besondere Bedeutung zu besitzen, „so zeigt sich für Nürnberg, Bamberg, Amberg, Cham, Regensburg und Ingolstadt im Jahre der größten Ausbreitung des Spanners gleichzeitig, daß dort die geringste Niederschlagsmenge im April eines Zeitraumes von 40 Jahren gefallen ist, während im Jahre 1896 in Nürnberg, also im letzten Jahr der Kalamität, die höchste Niederschlagsmenge im April fiel."

Es sind allererste Anfänge, die in dieser Frage gemacht sind. Es wird eine Hauptaufgabe der zukünftigen Forschung sein, genaue Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Temperaturen und Feuchtigkeitsgrade auf das Leben bzw. die Mortalität der verschiedenen Entwicklungsstadien des Spanners vorzunehmen, so wie sie Zwölfer für die Eule angestellt hat (s. unten).

Örtlicher Verlauf.

Über die Frage der örtlichen Ausbreitung des Spannerbefalls ist schon sehr viel geschrieben und diskutiert worden. Besonders ausführlich hat sich Wolff damit beschäftigt. In der Mehrzahl der Berichte über den Ablauf von Kalamitäten finden wir die Angabe, daß der Fraß sich zunächst nur in einzelnen Horsten oder gar nur stammweise bemerkbar macht, und daß dann von diesen „Fraßherden" aus in den folgenden Jahren der Befall sich weiter ausbreitet, meist so, daß die Herde sich konzentrisch erweitern, bis sie mit den Nachbarherden zu einem größeren, zusammenhängenden Befallsgebiet zusammenfließen.

Daß in größeren Kieferngebieten die einen Orte mehr, die anderen weniger disponiert sind zu Spannergradationen, ist aus dem oben (über die Disposition) Gesagten, ohne weiteres klar: denn die Beschaffenheit des Bodens, sein Feuchtigkeitsgehalt, die Bodendecke usw., kurz alle Faktoren, die das Mikroklima bestimmen, zeigen in jedem größeren Kiefernwald je nach den Orten Unterschiede. Es wird dementsprechend in solchen Gebieten auch der eiserne Bestand in Normalzeiten ein wechselnder sein. Die mikroklimatisch der Entwicklung besonders günstigen Orte werden natürlich beim Einsetzen der gradationsauslösenden Faktoren zuerst in Bewegung geraten, und es wird hier auch zuerst eine Fraßwirkung bemerkbar werden in Form jener Horste oder „Fraßherde". Wenn nun im folgenden Jahr — vorausgesetzt, daß die gleichen gradationsfördernden Verhältnisse fortdauern — das Fraßbild sich erweitert und auch die zwischen denselben gelegenen Gebiete sich zu verfärben beginnen, schließt man hieraus gewöhnlich ohne weiteres: die Gradation breitet sich von den „Fraßherden" oder „Fraßzentren" aus. Und zwar in dem Sinne, daß diese die Ursache des allgemeinen Befalls darstellen, indem von ihnen aus die hier geborenen Falter die noch gesunden Waldteile massenweise zur Eiablage überschwemmen oder die Raupen infolge Nahrungsmangel aus den kahlgefressenen Orten in die noch grüne Umgebung auswandern.

Die tatsächlichen Beobachtungen über die Bionomie des Spanners sprechen jedoch gegen eine solche Anschauung. Wir haben oben (S. 472) gehört, daß die Falter in der Regel keine weiten Flüge machen, sondern

beim Schwärmen gewöhnlich am Ort ihrer Geburt verbleiben[1]) und ebenso, daß die Raupen keine Wanderungen in unbefallene Revierteile zum Zweck besserer Nahrungsversorgung unternehmen. Abgesehen davon ist es auch a priori nicht zu verstehen, wie durch allmähliche Ausbreitung von einzelnen Zentren aus schon im 2. Jahr der Befall eine das Vielfache erreichende Ausdehnung erlangen kann. Im Nürnberger Reichswald betrug z. B. die Kahlfraßfläche im Jahr 1893 etwa 284 ha, um im folgenden Jahr bereits auf 10882 ha, d. h. auf das 38fache hinaufzuschnellen. Derartige Erscheinungen lassen sich — besonders wenn wir die geringe Beweglichkeit des Spanners mitberücksichtigen — viel besser durch die Annahme erklären, daß der Spanner von vornherein überall, wenn auch in ungleicher Verteilung, im Wald vorhanden war, daß aber in den weniger gradationsgünstigen Orten mit geringerem eisernen Bestand die Gradation langsamer zur Entwicklung kam als an den prädisponierten Stellen mit höherem eisernen Bestand, und daher dort erst im 2. Jahr zur Kahlfraßstärke anwuchs, so daß dann das Bild eines allgemeinen Befalls entstand.

Auch die Ausbreitung der letzten Spannerkalamität in der Oberpfalz von 1924—1927 ist auf ähnliche Weise zu erklären. Hier spielt allerdings auch die Verschiedenheit der Makroklimas zweifellos eine wichtige Rolle insofern, als in den Gegenden, in denen die Kalamität zuerst einsetzte, ein milderes allgemeines Klima herrscht als in den Gegenden, wo die Kalamität schließlich auslief. Ich gebe hier 4 Karten und eine tabellarische Übersicht, die ich nach den Aufzeichnungen des Herrn Oberregierungsrat Hellwig[2]) (Regensburg) herstellen ließ (Escherich, 1929), aus denen deutlich zu ersehen ist, wie die Spannervermehrung im Jahre 1924 in der Gegend von Ensdorf, Amberg, Freudenberg einsetzend in der ganzen Oberpfalz herumzog, ein Fortschreiten von Süden nach Norden zeigend. Während in den Jahren 1924 und 1925 die Vermehrungskurve in der südlichen Hälfte der Oberpfalz den höchsten Gipfel erreicht, beginnt sie von 1926 hier stark abzufallen, um so mehr aber in den nördlichen Gebieten anzusteigen und 1927 ihren Höhepunkt zu erreichen[3]).

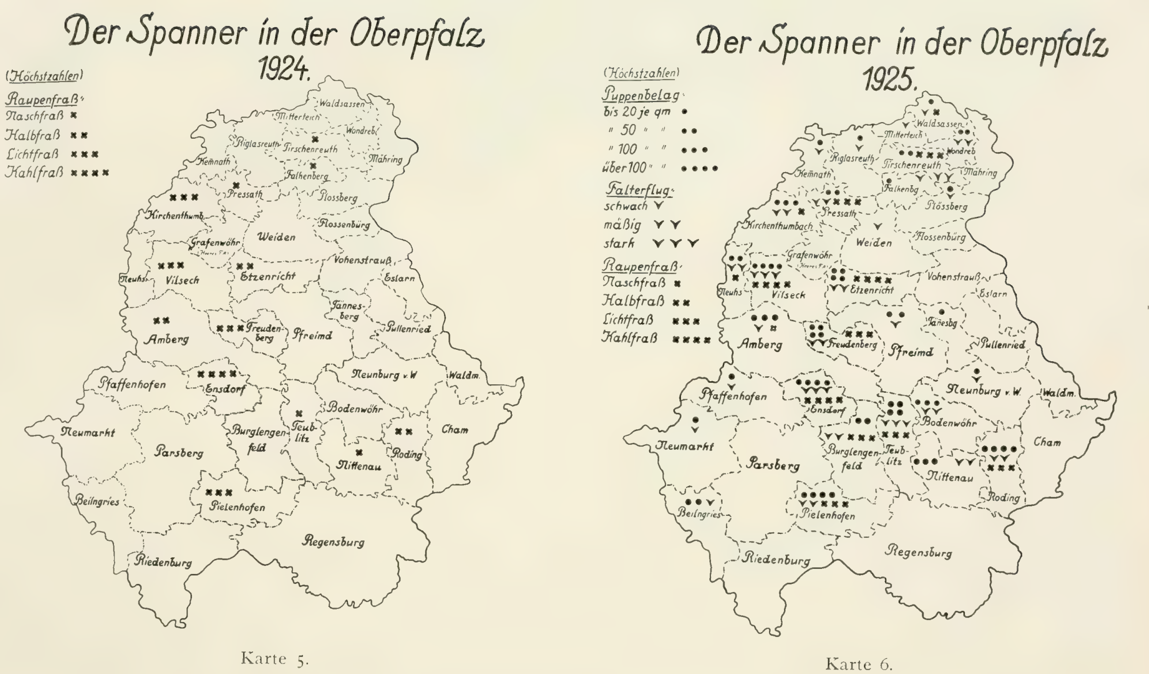
Andererseits soll nicht bestritten werden, daß auch Verbreiterungen kleinerer Herde vorkommen dadurch, daß die ♀♀, die in kahlgefressenen Horsten auskommen, die Randbäume belegen. Ebenso scheinen verschiedene Beobachtungen dafür zu sprechen, daß vereinzelt auch in entfernteren Wäldern Neuinfektionen vom Befallsgebiet aus erfolgen können. So teilt F. Eckstein (S. 258) einen Fall vom Forstamt Kosbach (Oberfranken) mit, wo „selbst isoliert in der Feldflur, jedoch unweit des Staatswaldes gelegene, im

---

[1]) Es kommen allerdings, wie oben bereits erwähnt, gelegentlich Verwehungen (bis zu 3 km) vor.

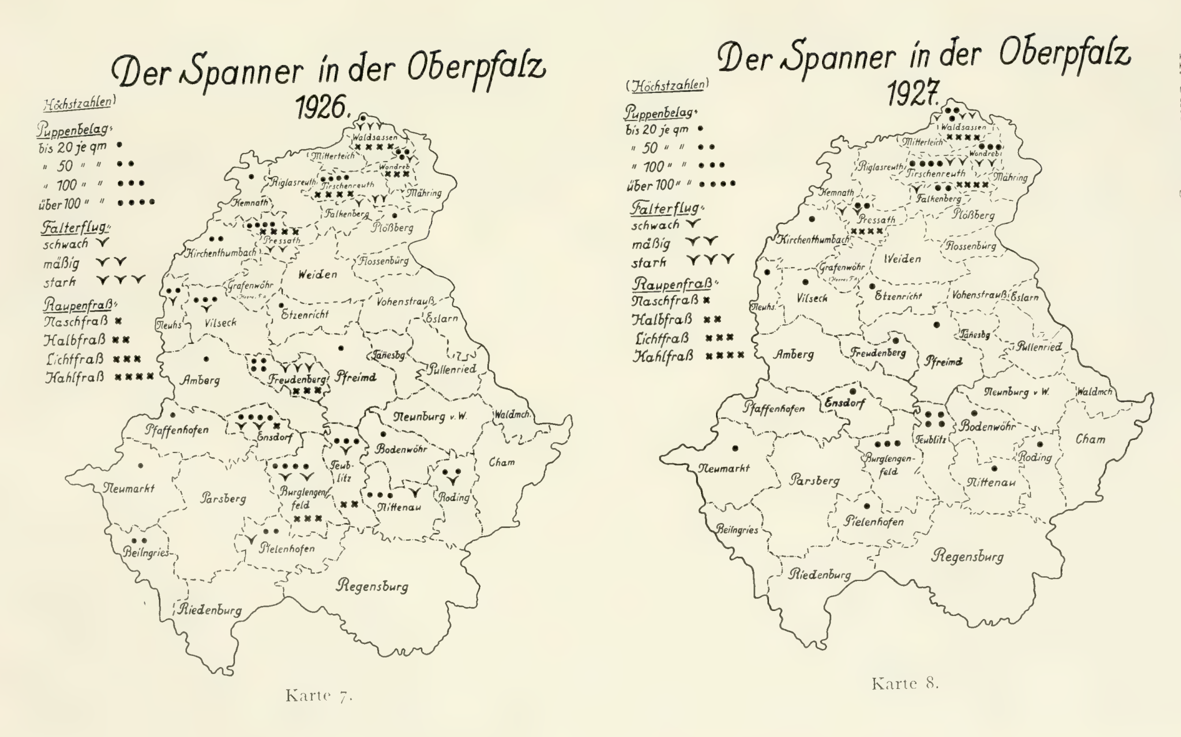
[2]) Demselben sei für seine liebenswürdige und tatkräftige Unterstützung aller meiner Untersuchungen auch hier herzlich gedankt.

[3]) Außerdem bietet die Tabelle einen Einblick in den jeweiligen Verlauf der Gradationen; er erstreckt sich (ohne Vorbereitungsjahr) im allgemeinen auf 3 bis 4 Jahre, wobei zu berücksichtigen ist, daß an vielen Gegenden Abwehrmaßregeln ergriffen wurden, durch die der natürliche Ablauf etwas abgebogen wurde. Endlich ist aus der Tabelle noch zu ersehen, daß aus der Höhe des Puppenbelages durchaus nicht immer auf die Stärke des Falterfluges oder des Fraßes zu schließen ist; in Waldsassen z. B. folgte im Jahre 1926 auf 20 Puppen starker Falterflug und Kahlfraß, während andererseits in Burglengenfeld 1926 auf 100 Puppen (Höchstzahl!) nur ein mäßiger Falterflug und Lichtfraß folgte.



Karte 5.

Karte 6.



Karte 7.

Karte 8.

Übersicht über den Verlauf der Spannergradation in der Oberpfalz in den Jahren 1924—1927 [1]).

Forstamt	1924	1925	1926	1927	Bemerkungen
Pielenhofen					
Puppenbelag . . .	—	über 100	50	20	
Falterflug	—	mäßig	schwach	Ende der Gradation	
Fraßbeschädigung	Lichtfraß	Lichtfraß	—	—	
Beilngries					
Puppenbelag . . .	—	—	50	keine weiteren Folgen	
Falterflug	—	—	—	—	
Fraßbeschädigung	—	—	-	—	
Burglengenfeld					
Puppenbelag . . .	—	50	über 100	100	Bodenbearbeitung im Jahre 1926
Falterflug	—	mäßig	mäßig	Ende der Kalamität	
Fraßbeschädigung	—	Lichtfraß	Lichtfraß	—	
Teublitz					
Puppenbelag . . .	20	über 100	100	über 100	Bodenbearbeitung im Jahre 1926
Falterflug	—	stark	schwach	Ende der Kalamität	
Fraßbeschädigung	—	Lichtfraß	Halbfraß	—	
Nittenau					
Puppenbelag . . .	20	100	100	20	
Falterflug	—	mäßig	schwach	Ende der Kalamität	
Fraßbeschädigung	—	—	—	—	
Roding					
Puppenbelag . . .	—	über 100	50	20	Bodenbearbeitung 1925.
Falterflug	—	mäßig	schwach	Ende der Kalamität	
Fraßbeschädigung	Halbfraß	Lichtfraß	—	—	
Neumarkt					
Puppenbelag . . .	—	20	20	20	
Falterflug	—	schwach	—	—	
Fraßbeschädigung	—	—	—	—	
Pfaffenhofen					
Puppenbelag . . .	—	20	20	—	
Falterflug	—	schwach	—	—	
Fraßbeschädigung	—		—	—	
Ensdorf					
Puppenbelag . . .	über 100	über 100	über 100	20	Flugzeugbekämpf. 1925 und Bodenbearbeitung
Falterflug	—	stark	mäßig	Ende der Kalamität	
Fraßbeschädigung	—	Kahlfraß	Naschfraß	—	
Amberg					
Puppenbelag . . .	—	100	20	—	
Falterflug	—	schwach	—	—	
Fraßbeschädigung	Halbfraß	Naschfraß	—	—	

[1]) Die Reihenfolge der Forstämter ist nach ihrer geographischen Lage von Süden nach Norden aufgestellt. Die Zahlen stellen Höchstzahlen je qm dar.

Forstamt	1924	1925	1926	1927	Bemerkungen
Freudenberg					
Puppenbelag . . .	—	über 100	über 100	20	Schweineeintrieb 1926
Falterflug	—	mäßig	stark	—	
Fraßbeschädigung	Lichtfraß	Lichtfraß	Lichtfraß	—	
Pfreimd					
Puppenbelag . . .	—	50	20	20	Bodenbearbeitung
Falterflug	—	schwach	—	—	
Fraßbeschädigung	—	—	—	—	
Neuhaus a. R.					
Puppenbelag . . .	—	50	50	20	
Falterflug	—	mäßig	schwach	—	
Fraßbeschädigung	—	Naschfraß	—	—	
Vilseck					
Puppenbelag . . .	—	über 100	100	20	
Falterflug	—	stark	schwach	—	
Fraßbeschädigung	Lichtfraß	Kahlfraß	—	—	
Etzenricht					
Puppenbelag . . .	—	über 100	20	20	Bodenbearbeitung 1925
Falterflug	—	mäßig	—	—	
Fraßbeschädigung	Halbfraß	Kahlfraß	—	—	
Kirchenthumbach					
Puppenbelag . . .	—	100	50	20	
Falterflug	—	mäßig	—	—	
Fraßbeschädigung	Lichtfraß	Naschfraß	—	—	
Pressath					
Puppenbelag . . .	—	50	über 100	50	
Falterflug	—	mäßig	mäßig	mäßig	
Fraßbeschädigung	Naschfraß	Lichtfraß	Kahlfraß	Kahlfraß	
Falkenberg					
Puppenbelag . . .	—	20	—	50	
Falterflug	—	schwach	schwach	schwach	
Fraßbeschädigung	Naschfraß	—	—	—	
Tirschenreuth					
Puppenbelag . . .	—	50	über 100	über 100	Bodenbearbeitung 1927/28
Falterflug	—	mäßig	mäßig	mäßig	
Fraßbeschädigung	Naschfraß	Lichtfraß	Kahlfraß	Kahlfraß	
Wondreb					
Puppenbelag . . .	—	50	über 100	über 100	
Falterflug	—	mäßig	mäßig	mäßig	
Fraßbeschädigung	—	Lichtfraß	Kahlfraß	Kahlfraß	
Waldsassen					
Puppenbelag . . .	—	20	20	100	Bodenbearbeitung 1927/28
Falterflug	—	schwach	stark	stark	
Fraßbeschädigung	—	Naschfraß	Kahlfraß	Kahlfraß	

Innern nur schwach befallene Privatwaldungen plötzlich an den Grenzen einen lebhaften Falterflug zeigten und meist auch an den Rändern (entgegen der normalen Spannerbionomie) kahlgefressen wurden". „Daß hier Falterflug nur aus den benachbarten, bereits im Vorjahr teilweise kahlgefressenen Staatswaldungen erfolgt sein konnte, ist um so weniger zu bezweifeln, als derselbe in einigen Fällen am Tage durch das Lokalpersonal beobachtet wurde."

Doch wir können diese Fälle nur als Ausnahmen ansehen, und es fehlt uns jede Berechtigung, auf ihnen die These von dem Entstehen großer Spannergradationen von einzelnen Fraßzentren aus (Ausbreitung per confluentiam) aufzubauen, zumal ja, wie schon gesagt, auch die bionomischen Tatsachen dagegen sprechen. Die verschiedenen Angaben über ein „plötzliches Verschwinden der Falter", über das große Mißverhältnis zwischen der Stärke des Falterfluges und der Eiablage, der Raupenzahl oder des Puppenbelages sind durchaus keine zwingenden Beweise für die Fraßzentrentheorie; sie können auch auf andere Weise erklärt werden (s. Wolff, S. 119 bis 145).

Zeitlicher Ablauf.

Als Dauer der Spannerfraßperioden wird in den Berichten aus der Praxis meist 3—4 Jahre angegeben: im 1. und 2. Jahr Nasch- bis Lichtfraß, im 3. Jahr Kahlfraß und im 4. Jahr nochmaliger Kahlfraß nach teilweiser Wiederbegrünung. Zu diesen Jahren augenfälligen und wirtschaftlich in Betracht kommenden Fraßes müssen wir noch ein oder zwei Vorjahre mit einer dem Praktiker nicht auffallenden Übervermehrung rechnen, die mit dem Einsetzen der gradationsauslösenden Faktoren (bestimmter klimatischer Verhältnisse) beginnt. Wir kommen somit im ganzen mindestens auf 5—6 Jahre (siehe die Gradationskurve, Abb. 431).

Bei dem Spannerfraß in der Tucheler Heide ließen „die Beobachtungen des Bestandes an forstschädlichen Insekten schon im Jahre 1907, in der Oberförsterei Hagenort sogar noch früher, während der Flugzeit des Spanners hie und da auf eine Vermehrung des Schädlings schließen". 1908 setzte bereits starker Fraß ein, der sich im folgenden Jahr fortsetzte und erst 1910 sein Ende fand. Demnach würde hier eine Gradationsdauer von 4, oder wenn wir die Vorbereitungszeit hinzurechnen, von 5 Jahren vorliegen, nämlich:

1906 Vorbereitungsjahr,
1907 Prodromaljahr,
1908 1. Eruptionsjahr,
1909 2. „
1910 Krisis.

Bei der großen Spannergradation im Nürnberger Reichswald zeigten sich

1892 die „ersten Anfänge eines Fraßes";
1893 brachte noch keine bedenklichen Beschädigungen für den Wald (die im Spätherbst stark befressenen Flächen, 284 ha, begrünten sich im Frühjahr 1894 wieder);
1894 brachte Kahlfraß auf großen Flächen (12000 ha);
1895 weitere Ausdehnung des Kahlfraßes, Zahl der Raupen bis zu 10000 pro Stamm;

1896 starker Rückgang, Zahl der Raupen nur noch 50—100 pro Stamm, die im Spätherbst fast auf Null herunterging.

In diesem Fall können wir von einer 5 jährigen, und rechnen wir das „Vorbereitungsjahr" hinzu, sogar von einer 6jährigen Dauer der Spannergradation reden.

Bei der letzten Kalamität in der Letzlinger Heide wurden nach Schwerdtfeger (1930a) folgende Durchschnittspuppenzahlen festgestellt:

1924	0,14	je qm
1925	0,92	„ „
1926	1,11	„ „
1927	8,71	„ „
1928	33,04	„ „

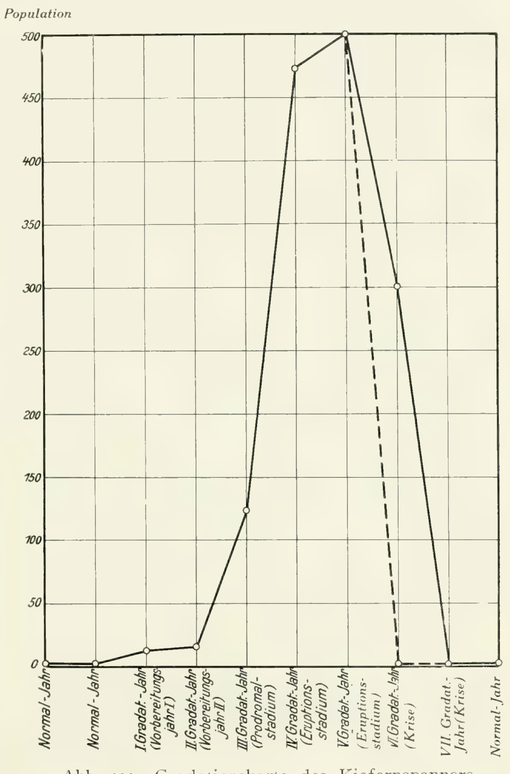


Abb. 431. Gradationskarte des Kiefernspanners.

Im Jahre 1924 war noch der eiserne Bestand vorhanden, 1925 setzt die Vermehrung ein (um fast das 7-fache!), die dann 1927 und namentlich 1928 weiter in die Höhe ging.

„Den gefundenen Puppenzahlen entsprachen die gefundenen Schäden. 1926 wurde von sämtlichen Oberförstereien gemeldet, das Auftreten des Spanners gebe vorläufig noch keinen Anlaß zu Bedenken, nur einzelne Stämme zeigten Fraßspuren. Auch 1927 war der Fraß noch sehr gering. Die Oberförsterei Colbitz meldete horstweisen Lichtfraß auf 15 ha, Planken Nasch- und Lichtfraß auf etwa 100 ha, Burgstall berichtete, daß nur an einigen auf Verjüngungen stehenden Überhältern die Spitzen kahlgefressen[1]), und Letzlingen und

[1]) Die Regierungsforstabteilung unterschied bei ihrer Zusammenstellung Fraßflächen mit einem Nadelverlust von mehr als 50% der vorhanden gewesenen Nadelmasse und solche mit einem Nadelverlust von weniger als 50%. Die erstgenannte Fraßstärke entspricht den üblichen Bezeichnungen „Kahlfraß" oder „starker Lichtfraß", die andere etwa „schwacher Lichtfraß" und „Naschfraß". Die Bestände mit einem Nadelverlust von mehr als 50% können als gefährdet angesehen werden (Schwerdtfeger).

Jävenitz meldeten gar keine Schäden. 1928 erfolgte der erste starke Fraß." Im Jahre 1929 setzte sich der Fraß fort und die Kahlfraßfläche wuchs von 2315 ha im Jahr 1928 auf 3476 ha. Erst 1930 war die Kalamität beendet.

Danach haben wir das 1. Vorbereitungsjahr in dem Jahr 1925 zu erblicken: bei der prozentual stärksten Vermehrung der Puppenzahl (von 0,14 auf 0,92) ist noch kein Fraß zu bemerken. 1926 stellt das 2. Vorbereitungsjahr dar, 1927 das Prodromaljahr, 1928 und 1929 die Eruptionsperiode und 1930 die Krise. Der Verlauf (6 Jahre) entspricht also der aufgestellten Gradationskurve.

Andererseits kennen wir auch viele Fälle kürzeren Ablaufs, in denen die Gradation bereits nach 1 Jahr auffallenden Fraßes wieder abflaute, infolge eines Umschlags der Witterung oder dem Vorhandensein zahlreicher Parasiten (z. B. an Orten, wo vorher die Nonne gefressen oder aus unbekannten Ursachen).

Symptome der Spannergradation (Fraßbild). Regenerationserscheinungen.

Ein überaus charakteristisches diagnostisches Merkmal ist die späte Jahreszeit des Spannerfraßes, die dieser noch mit dem *Lophyrus*-Fraß (II. Generation) gemein hat. Doch sind die Einzelheiten der beiden Fraßbilder so verschieden, daß eine Verwechslung ausgeschlossen ist. Über die Symptome des Anfangsfraßes vom Spanner gibt Altum (1890) eine ausgezeichnete Beschreibung, die ich hier im Wortlaut wiedergebe:

„Die Eigentümlichkeiten dieses Fraßbildes beruhen, dem des Kiefernspinners und der Forleule gegenüber, in der späteren Jahreszeit des Fraßes und in der Schwäche und den Aufenthaltsstellen der fressenden Spannerraupen."

„Der späte Fraß findet die neuen Triebe mit ihren Nadeln bereits entwickelt, die schwache Raupe vermag diese Nadeln, geschweige die vorjährigen, nicht auf dem Stumpfe abzufressen, sondern wie in ihrer ersten Jugend auch die kräftigeren anderen Kiefernraupen nur der Länge nach an den Seiten zu benagen. Sie dringt dabei jedoch nicht auf längere, solide Strecken bis auf die Mittelrippe, sondern läßt beider- oder einerseits einen zackigen, unbestimmten Saum der Nadelfläche stehen (Abb. 432 B). Ihre Aufenthaltstellen sind schließlich vorwiegend die äußersten Triebe. Da sie ferner die Nadeln von oben nach unten befrißt, so bilden etwaige nicht angegriffene Nadelteile die Basis der Nadeln und können so das Charakteristische des Fraßbildes nicht verwischen."

„Da die so angenagten Nadeln nicht wie die bis auf die nackte Mittelrippe beim Blattwespenfraß verzehrten Nadeln sofort vertrocknen und völlig dürr werden und somit durch Einwirkung von Regen und Wind rasch abfallen, sondern bis in den Spätsommer hinein aufrecht, wenn auch in der Längsrichtung etwas gedreht, und dicht dastehen, so erhalten die befallenen Triebe ein grob borsten-, besen- oder bürstenartiges Aussehen (Abb. 432 A u. B). Dieses Fraßbild ist, in der Nähe gesehen oder in größerer Höhe mit bewaffnetem Auge betrachtet, ein so spezifisch eigentümliches, daß eine Verwechslung mit einer anderen Fraßbeschädigung kaum möglich erscheint. Sogar dem unbewaffneten Auge fällt an den spannerfräßigen Wipfelspitzen des Stangen-, sogar noch des Altholzes das faserige Aussehen der benadelten Triebe auf."



Spannertraß im ersten Eruptionsjahr. Aussehen des Waldes im Oktober.

Nach einer Farbenphotographie

Ein weiteres von Altum zuerst beachtetes Merkmal ist die eigentümliche hellbräunlichgraue Färbung der einzelnen Nadeln. Dieser graue Farbton breitet sich in dem Maße wie der Fraß fortschreitet über den Zweig und schließlich über die Krone aus.

„Bald tritt dieser charakteristische Farbton nur an einzelnen Nadeln inmitten normal grüner, doch von diesen sich schon scharf abhebend, bald



Abb. 432 A. Habitusbild des Spannerfraßes im September.

stark mit diesen gemischt, bald vorwiegend, schließlich allein herrschend auf. Ein bräunlich grauer Schimmer hat sich mehr oder weniger stark und rein über einen Teil der Krone verbreitet, ja die ganzen Kronen können von diesem Tone eingenommen sein.“

Die anfänglich wenig aufdringlichen Symptome, die zudem erst in so später Jahreszeit sichtbar werden, ferner der Umstand, daß die Raupen die Krone nur ungern verlassen, machen es verständlich, daß schwache Vermehrungen im Beginn einer Gradation häufig übersehen werden, so daß das fol-



Abb. 432 B. Besenartiges Aussehen eines vom Spanner befressenen Kiefernzweiges.

gende Jahr, das vielleicht schon ausgedehnte Kahlfraßflächen bringt, für den Revierbeamten oft eine große Überraschung bedeutet. Die Symptome sind jetzt so aufdringlich, daß sie nicht mehr übersehen werden können. Von September an beginnen sich die Kronen immer mehr zu verfärben; der graue Ton geht in ein intensives Rotbraun über. Von der Ferne betrachtet heben sich diese braunen Fraßstellen sehr deutlich von den gesunden Waldteilen ab, wobei die braune Farbe an den Rändern der Fraßflächen allerdings gewöhnlich allmählich in die grüne Farbe übergeht, wie auf der Farbenphotographie auf Tafel VII zu ersehen ist. Später, im nächsten Frühjahr, fallen die braunen Nadeln meist ab, so daß dann die Kronen völlig nackt werden. Beim Fortschreiten der Kalamität wird auch der Fichtenunterwuchs angegriffen und mehr oder weniger kahlgefressen (Abb. 433). Wie bei anderen Gradationen bleiben auch beim Spanner bisweilen einzelne Baumindividuen oder Baumgruppen grün, die dann wie Oasen in der braunen Wüste erscheinen.

Der Einzelfraß beziehungsweise das charakteristische Aussehen der befressenen einzelnen Nadeln ist oben bei der Raupenbionomie ausführlich beschrieben (s. S. 481).

Der erste Kahlfraß bedeutet durchaus nicht den Tod des Baumes, da ja die Knospen erhalten geblieben sind bzw. schon vor dem Fraß völlig ausgebildet waren. Und so kommt es im nächsten Jahr auf ganz normalem Wege, d. h. durch Austreiben der Knospen gewöhnlich zu einer Wiederbegrünung (Abb. 435), allerdings erfolgt das Wiederergrünen der Maitriebe viel später und auch wesentlich langsamer, und die Nadeln bleiben kurz. Noch im Juli machen sie sich oft so wenig bemerkbar, daß der Bestand von weitem mehr braun als grün aussieht. Die gleiche Erscheinung wiederholt sich im zweiten Nachfraßjahr. Nicht alle Spitzenknospen kommen zur Entwicklung; und die sich entwickelnden erlangen vielfach nicht einmal vor Eintritt der ersten Herbstfröste ihre volle Ausbildung, so daß sie Frostschaden erleiden und rostspitzig werden. Die Holzbildung im Innern ist im 1. Fraßjahr weniger gestört als bei anderem Raupenfraß und zeigt erst im Nachfraßjahr auffallende Abnahme. Doch tritt natürlich auf die Dauer stets merklicher Zuwachsverlust ein.

Als ein charakteristisches Merkmal zweimal befressener Triebe

gibt Ratzeburg (W. 171) „die mehr schwarzen als roten und an der Basis stark verharzten Knospenschuppen“ an. Ferner wird nach Ratzeburg (W. 172) auch die Zapfenbildung durch Spannerfraß beeinträchtigt, indem sie für einige Jahre zurücktritt. Auch „werden die Zapfen, die schon vor dem Fraß angelegt waren, nicht reif und zeigen zuweilen an mehr kugeliger Form oder schwärzlicher Farbe die mangelhafte Ernährung an; oft lassen sich die jährigen wie Pulver zerreiben“. Auch Nitsche (1896) hat das Zapfensymptom im Nürnberger Reichswald beobachtet: an gesunden Stämmen hatten die vorjährigen Zapfen Mitte Juni „bereits annähernd die normale Größe erlangt, während sie an entnadelten Kiefern unterhalb der neuen Triebe höchstens erst haselnußgroß waren.“

Der Wipfel ist in den meisten Fällen erhalten, auch wenn viele untere Zweige abgestorben sein können. Andererseits kann man auch nicht selten schon im 1. Jahr Spieße am Kronenast bemerken (Abb. 436). „Im ganzen macht jedoch der reproduzierte Wald nach Spannerfraß nicht den ‚spießigen‘ Eindruck wie nach Eulenfraß“ (Ratzeburg, W. 172).

„Rosetten- und Scheidentriebe,“ die im eulenfräßigen Wald eine so hervorragende Rolle spielen (s. unten), kommen bei der Regeneration des „Spannerwaldes“ so gut wie gar nicht in Betracht. Ratzeburg hat hierauf sein besonderes Augenmerk gerichtet und keine Spur von solchen Ersatztrieben (als Folge von Spannerfraß) entdecken können. Wohl fand er bisweilen bei eifrigem Suchen im Spannerwald vereinzelt Scheidenknospen, doch ließen sich für diese stets eine andere Ursache bzw. andere Ver-



Abb. 433. Spannerfraß an Fichte, auch hier sind nur die Endhälften der Nadeln befressen, während die basalen Hälften unversehrt bleiben.

letzungen nachweisen. „Die Abwesenheit dieser Nebenknospen läßt sich leicht erklären, wenn man den Grund ihrer Anwesenheit bei Spinner und Eule erwägt“ (Ratzeburg, W. 173).

Die Krisis.

Werden die Spanner-Gradationen sich selbst überlassen, so brechen sie nach 3—4 Jahren nach den ersten Anzeichen des Beginns von selbst zusammen. Sie können auch schon eher ihr natürliches Ende finden bzw. in ihrer Entwicklung abgeschnitten werden, wenn für den Spanner besonders ungünstige Verhältnisse eintreten.

Der Zusammenbruch kann durch verschiedene Faktoren vollendet werden: durch ungünstige Witterungsverhältnisse, z. B. einen naßkalten Sommer, der eine hohe Raupenmortalität zur Folge hat, oder einfach durch Verhungern der Raupen, oder durch natürliche Feinde, Mykosen oder aber aus unbekannten Ursachen.



Abb. 434. Ein Kiefernzweig, durch Spanner annähernd kahlgefressen.

Daß es durchaus nicht immer allein die Parasiten sind, durch die die Krisis bewirkt wird, konnte bei den letzten Kalamitäten mehrfach (durch Rhumbler, mich selbst, Schwerdtfeger, Steiner u. a.) festgestellt werden; betrug doch nicht selten die Parasitierung beim Zusammenbruch kaum mehr als 20%.

Parasiten.

Die Artenzahl der Spannerparasiten ist nicht allzu groß, jedenfalls wesentlich geringer als die Zahl z. B. der Eulen- und Spinnerparasiten. Doch ihre Wirksamkeit kann in kurzer Zeit einen so hohen Grad annehmen, daß der Ablauf der Gradation wesentlich beeinflußt wird.

Meist handelt es sich um Raupenparasiten, deren Entwicklung erst in der Spannerpuppe zum Abschluß gelangt. Manche von ihnen, z. B. *Anomalon biguttatum* Grav. und verschiedene Tachinen, belegen erst ältere

Raupen, so daß sie noch wenig entwickelt in die Puppe gelangen, also die Hauptentwicklung in der Puppe durchmachen. Die von diesen Parasiten besetzten Puppen behalten dann infolgedessen noch mehr oder weniger lang ihr



Abb. 435. Wiederbegrünter Kiefernwipfel, der im vorhergegangenen Jahr durch Spanner kahlgefressen worden war.

normales Aussehen; so weisen z. B. die von *Anomalon biguttatum* befallenen Spannerpuppen „bis tief in den Monat Juni hinein noch dunkelgrüne Flügelscheiden und ihre volle Beweglichkeit auf" (Seitner), während dagegen solche Puppen, in denen die Parasitenentwicklung schon frühzeitig beendet ist, schon im Winter sich wesentlich verändern und ihr ganz charakteristisches Aussehen erhalten (s. Tafel VI, Fig. 16). Es wird darüber unten bei Besprechung der Feststellung des Parasitenprozentes noch Näheres mitgeteilt werden (s. S. 551). Die Eiparasiten treten beim Spanner in bezug auf allgemeine Bedeutung wesentlich hinter die Raupenparasiten zurück.

Die zwei Hauptparasitengruppen Ichneumonen und Tachinen

haben annähernd gleichen Anteil, jedoch nicht etwa in dem Sinne, daß zu gleicher Zeit und an gleichen Orten Tachinen und Ichneumonen zu je 50% wirksam sind, sondern insofern, als bei der einen Kalamität die Ichneumonen, bei einer anderen die Tachinen die Hauptarbeit besorgen. So berichtet Wolff, daß bei dem großen Fraß in der Tucheler Heide in einem Revier fast ausschließlich ichneumonierte Puppen (95%) gefunden wurden, während ein anderes Revier 80% tachinierte Puppen aufwies (das Neustädter Material war eine Reinkultur von Tachinen, das Wildunger eine solche von Ichneumonen). Auch Seitner (1921) beobachtete beim galizischen Spannerfraß (1915 bis 1917) bald ein Überwiegen der Tachinen, bald ein solches der Ichneumonen, „wie überhaupt ein oft auffallender Wechsel im numerischen Verhalten zwischen den beiden Parasitengruppen feststellbar war". Und ähnliche Angaben finden sich bei F. Eckstein (1923), Eidmann und anderen Autoren. Auch die Arten der Hauptparasiten können je nach dem Gradationsgebiet verschiedene sein (s. unten).



Abb. 436. „Spießbildung" bei Spannerfraß. Phot. Schotte.

Des weiteren ist die in vielen Berichten betonte Tatsache zu berücksichtigen, daß die Parasiten selbst im einzelnen Revier sehr ungleich verteilt sein können. „Oft ist ein einzelner Jagen stark von ihnen besetzt, im benachbarten fehlt jede Spur, und alle Puppen des Schädlings erweisen sich als vollkommen gesund" (Wolff, S. 138). F. Eckstein (1923, S. 298) gibt eine Übersicht über den Parasitenbefall von 24 Forstämtern beim oberpfälzischen Spannerfraß 1895, aus der diese Ungleichheit besonders deutlich hervorgeht. Die Prozentzahlen schwanken zwischen 0 und 71%. Wenn hier auch die Verschiedenheit der Untersuchung mit in Rechnung gestellt werden muß, so spiegeln die großen Unterschiede doch zweifellos im großen und ganzen die tatsächlichen Verhältnisse wieder.

Worauf beruhen die mitunter so gewaltigen Ungleichheiten des Parasitenbestandes in oft ganz nahe gelegenen Revierteilen? Zum Teil wohl auf den Verschiedenheiten in der gesamten Struktur der einzelnen Waldgebiete, des Mikroklimas usw., insofern, als diese Faktoren an den einen Forstorten der Bionomie der verschiedenen Parasiten mehr förderlich sind als an anderen (vielleicht beruht hierauf das wechselnde Überwiegen von Tachinen oder Ichneumonen[1]).

Oder der höhere Parasitenstand ist die Folge der vorhergegangenen Gradation eines anderen Insektes. Da die wichtigsten Spannerparasiten mehr oder weniger polyphag sind, so ist eine solche Erklärung naheliegend. Wolff und auch Eidmann (1926) weisen mit besonderem Nachdruck auf diesen Zusammenhang hin. Ersterer betont als „unleugbares Faktum, daß dort, wo vor dem Spanner die Nonne oder die Eule gefressen hat, bisweilen ein späterer Spannerfraß auffallend plötzlich erlischt". Und Eidmann hat festgestellt, daß „in den Revieren, wo ein hoher Prozentsatz der Kiefernspannerpuppen parasitiert war, der Heidekrautspanner *Hematurga atomaria* L. sehr stark geschwärmt hatte". Da hier als Hauptparasit des Spanners *Ichneumon nigritarius* Grav. aufgetreten war, der auch als häufiger *Hematurga*-Schmarotzer beobachtet wurde, so ist dieser Zusammenhang wohl kaum von der Hand zu weisen.

F. Eckstein hat noch auf einen Punkt hingewiesen, der noch kurz berührt werden soll, nämlich auf die Schwankungen der Parasitenvermehrung in den verschiedenen Jahren. Er schiebt diese zum Teil auf den Einfluß der Witterungsverhältnisse. Er sucht aus dem Vergleich von Parasitenvermehrung und Klima Schlüsse auf die optimalen Entwicklungsbedingungen der Parasiten zu ziehen und glaubt in manchen Fällen konstatieren zu können, daß dieselben denen des Wirtstieres entgegengesetzt seien, insofern, daß warmes, trockenes Wetter den Parasiten abträglich sei, reichliche Niederschläge dagegen die Parasitenentwicklung förderte (1923, S. 294 und 295). Damit sucht F. Eckstein, zum Teil wenigstens, die verschiedentlich beobachtete Erscheinung zu erklären, daß die Parasitenvermehrung während einer Spannergradation durchaus nicht immer in gerader Linie aufsteigend ist bis zum Zusammenbruch, sondern daß dieselbe bisweilen nach einem erfreulichen Ansatz durch einen empfindlichen Rückschlag unterbrochen wurde. So ist der Zusammenbruch des Spannerfraßes in Bodenwöhr (Oberpfalz) im Jahre 1806 scheinbar ohne Beteiligung von Parasiten erfolgt, während im Frühjahr 1894 dort 32—44% der Puppen von Parasiten befallen waren. Ebenso wurde in Oberfranken ein zeitweises Zurückgehen des Parasitenbefalls beobachtet, dem allerdings ein rascher Aufstieg folgte. „Die Untersuchung der im Frühjahr 1894 aus verschiedenen Bezirken gesammelten Puppen hat nicht, wie erwartet werden durfte, einen höheren, sondern einen geringeren Prozentsatz von Schmarotzern ergeben als im Vorjahr, und es vermochte demnach die Vermehrung der Schmarotzer mit denen der Schädlingsraupen wohl aus dem Grunde nicht gleichen Schritt zu halten, weil die außerordentliche Trockenheit während des Frühjahres und Sommers 1893

[1]) Vergleiche hierzu die Beobachtung Pernedes', wonach der Parasitenbefall (beim Kiefernspinner) an der Sonnenseite ein wesentlich höherer war als im Innern des Bestandes.

auf die Entwicklung des Spanners einen überaus günstigen, auf jene der Schmarotzer aber einen höchst nachteiligen Einfluß ausübte[1])."

Endlich kann der Rückgang des Parasitenstandes während der Spannergradation auch durch Hyperparasiten verursacht werden. So wurde als Hyperparasit von *Lydella nigripes* Fall., der wichtigsten Spannertachine, von Sitowski und Steiner ein Ophionine, *Mesochorus politus* Grav., gezogen.

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Parasiten des Spanners zusammengestellt[2]):

Parasitenfolge des Kiefernspanners.

Name des Parasiten	Schmarotzt im		
	Ei Juni, Juli	Raupenstadium Juni bis November, Dezember	Puppenstadium November bis Mai, Juni
Hymenoptera.			
Ichneumonidae.			
Ichneumon nigritarius Grav.		——	——
„ *bilunulatus* Grav.		——	——
„ *pachymerus* Rtzb.		——	——
Heteropelma calcator Wesm.		——	——
Anomalon biguttatum Grav.		——	——
Chalcididae.			
Trichogramma evanescens Westw.	——		
Prototrupidae.			
Telenomus spec.	——		
Diptera.			
Tachinidae.			
Carcelia rutilla B. B.		——	——
Lydella nigripes Fall.		——	——
Zenillia libatrix Pz.		——	——

[1]) Die hier mitgeteilte Schlußfolgerung Ecksteins würde meiner Ansicht nach nur dann zwingend sein, wenn die absoluten Zahlen der Parasiten und Wirte in den aufeinanderfolgenden Generationen verglichen worden wären.

[2]) Außer den hier angegebenen sind noch eine Reihe anderer Parasiten aus dem Spanner gezogen, die aber wenigstens in unserem Gebiet bisher noch keine größere wirtschaftliche Bedeutung erlangt haben. Wolff gibt noch über ein Dutzend weiterer Schlupfwespen an, Eidmann (1926) erhielt aus seinen Zuchten noch: *Ichneumon ruficeps* Grav., *albicinctus* Grav., *Pimpla instigator* F., *Metopius fuscipennis* Wesm. und *Lamachus lophyrorum* Htg. (die letzteren beiden sonst als Parasiten von *Lophyrus pini* bekannt). Baer nennt von Tachinen noch *Carcelia excisa* Fall. — Plotnikow (1914) beobachtete in Rußland noch folgende Arten: *Campoplex oxyacanthae* (erreicht dort die höchste Prozentzahl, verläßt den Wirt vor der Verpuppung, die in einem Kokon stattfindet), *Platylabus cothurnatus* Grav. *Ichneumon dissimilis* Grav. — Trägårdh (1914) züchtete in Schweden noch *Ichneumon locutor* Thunb. und *Plectocryptus arrogans* Grav. — Fahringer führt (i. lit.) außer diesen noch folgende Arten an: *Banchus falcatorius* Rtzb., *Aphanistes xanthopus* Schrk., *Polysphincta velata* Htg., *Glypta longicauda* Htg., *Platylabus daemon* Wesm., *nigrocyaneus* Grav., *orbilatus* Grav., *Ichneumon annulator* F., *comitator* L., *fabricator* F., *procerus* Grav., *sicarius* Grav., *Apanteles immunis* Marsh., und Steiner fügt nach *Cryptus dianae* Grav. und *Platylabus vibicariae* Krchb, hinzu.

Von den genannten *Ichneumon*-Arten ist *Ichneumon nigritarius* Grav. (in Bayern) der wichtigste. Auch Ratzeburg bezeichnet ihn als den Hauptparasiten des Spanners, und Eidmann erzielte bei seinen Zuchten gelegentlich der letzten oberpfälzischen Kalamität unter 3378 Schlupfwespen nicht weniger als 2947 oder 87,2% *Ichneumon nigritarius* Grav. Nach Steiner (1931) stand dagegen bei der letzten mecklenburgischen Kalamität (1927—30) *Anomalon biguttatum* Grav. als Hauptparasit an der Spitze, dem allerdings im nahen Abstand *Ichn. nigritarius* folgte, während in Galizien nach Seitner *Anomalon biguttatum* Grav. an Individuenzahl allen anderen weit überlegen und ihm in erster Reihe das rasche Zusammenbrechen der Kalamität zuzuschreiben war. Unter den Tachinen trat sowohl bei der letzten bayerischen als auch bei der mecklenburgischen Kalamität *Lydella nigripes* Fall. weit in den Vordergrund; sie übertraf an Zahl die beiden anderen Arten zusammen. Bei der Spannerkalamität in Polen (1927—29) traten nach Czerwinski und Kuntze (1930) als wirksamste Parasiten *Lydella nigripes, Heteropelma calcator* und *Ichneumon nigritarius* auf, während *Anomalon* weniger häufig war.

Im einzelnen sei noch folgendes über die verschiedenen Parasiten bemerkt:

Die Schlupfwespen.

***Ichneumon nigritarius* Grav.** (Abb. 437 A), einer der wichtigsten Spannerparasiten (in Deutschland), Raupen- und Puppenparasit (s. auch bei den Eulenparasiten). Eingehende Untersuchungen über diese Art verdanken wir Eidmann (1926) und Steiner (1931). Ersterer schildert nach seinen an großem Material in Bayern gemachten genauen Beobachtungen den Lebensverlauf von *nigritarius* folgendermaßen: „Der Parasit legt im Herbst seine Eier in die Raupen des Kiefernspanners. Durch die Parasitierung werden diese zu vorzeitiger Verpuppung veranlaßt. Sie übernehmen dabei die Parasitenlarven auf ziemlich vorgerücktem Stadium mit in die Puppe. Hier zehrt der Parasit die letzten Reste der Körpersubstanzen seines Wirtes auf und ruht in der Spannerpuppe unverändert den Winter über bis zum Eintritt der warmen Jahreszeit. Dann wandelt sich die Schlupfwespenlarve in die Pseudonymphe um, ein Vorgang, bei dem der gesamte Darminhalt entleert, das Körpervolumen beträchtlich verkleinert und die Larvenform stark verändert wird. Dann erfolgt nach einigen Tagen die Häutung zur Puppe (Abb. 437 B). Das Puppenstadium dauert bei Zimmertemperatur etwa



Abb. 437 A. *Ichneumon nigritarius* Grav. ♂. 4×. Nach Eidmann.

16 Tage; dann schlüpft die Imago aus, indem sie am Vorderende der Wirtspuppe ein kleines kreisrundes Deckelchen abschneidet (Abb. 438) und durch die entstandene Öffnung die Freiheit gewinnt. Die Schlupfwespen erscheinen etwa 8 Wochen früher als der Falter."

„*J. nigritarius* Grav. ist ausgesprochen protandrisch, Männchen und Weibchen sind in ungefähr gleicher Zahl vorhanden. Die Kopulation erfolgt sehr bald nach dem Schlüpfen, ebenso finden sich schon beim Ausschlüpfen oder doch wenige Tage später reife Eier in den Ovarien. Daraus scheint hervorzugehen, daß die Weibchen sehr bald nach dem Schlüpfen mit der Eiablage beginnen können. Versuche über die Lebensdauer der Parasiten sowie über den Entwicklungsgang der Ovarien zeigen, daß die Zahl der abgelegten Eier sehr groß sein und die Eiablage sich über eine lange Zeit hin erstrecken kann. Spannerpuppen werden von den Schlupfwespen nicht angestochen. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen, daß der Parasit einen Wirtswechsel durchmacht, daß also die im Frühjahr aus den Kiefernspannerpuppen schlüpfenden Individuen ihre Eier in einen anderen Wirt ablegen, und daß dann erst die zweite Generation wieder auf den Kiefernspanner übergeht." Als Zwischenwirt kommt vielleicht der Heidekrautspanner *Hematurga atomaria* L. in Betracht (s. unten, S. 528).

Anders wie in der Oberpfalz, wo Eidmann seine Untersuchungen anstellte, verhält sich *Ichn. nigritarius* nach Steiner (1921) in Mecklenburg. Hier liegen die Höhepunkte der Schlüpfkurven der ♀♀ von *Ichn. nigritarius* und des Kiefernspanners nur 10—14 Tage auseinander (s. phänologische Kurve Abb. 443, S. 530). Zur Zeit, wo hier die ersten jungen Kiefernspannerräupchen schlüpfen, haben die *nigritarius*-♀♀ etwa ein Alter von 4 Wochen.

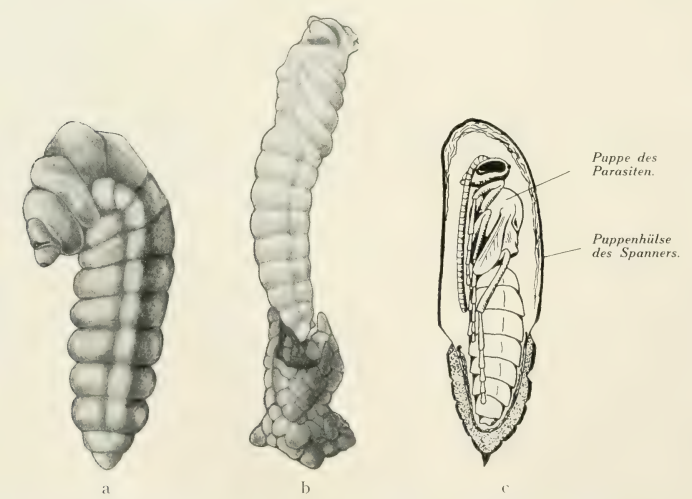


Abb. 437 B. Entwicklung von *Ichneumon nigritarius* Grav. in der Spannerpuppe: a erwachsene Larve, b Semipupa mit abgeschiedenem Kot, c Parasitenpuppe in der Puppenhülle des Spanners, am Hinterleib der Kotbecher. Nach Eidmann.

Da aber die *nigritarius*-♀♀, sofern sie nicht zur Eiablage gelangen, ein Alter von 8 Wochen erreichen können, so brauchen sie keinen Zwischenwirt, um ihre Generationenfolge zu sichern. Steiner nimmt daher als sicher an, daß



a b c

Abb. 438. Leere Puppenhülsen des Kiefernspanners: a vom Schmetterling, b u. c von *Ichneumon nigritarius* Grav. verlassen. Nach Eidmann.



Abb. 439. *Heteropelma calcator* Wesm., ein sehr häufiger Parasit des Kiefernspanners.

im mecklenburgischen Klimabezirk *Ichn. nigritarius* nur eine Jahresgeneration hat und in direkter Folge von einer Spannergradation in die andere übergeht. Übrigens ist in Mecklenburg auch der Heidekrautspanner, der in Bayern sehr häufig ist und als Zwischenwirt angesehen wird, recht selten.

***Ichneumon bilunulatus* Grav.** Näheres siehe unten bei den Eulenparasiten.

***Ichneumon pachymerus* Rtzb.** Tritt beim Spanner stark zurück, während er bei der Eule zu den häufigsten Schlupfwespen gehört (s. dort).

***Heteropelma calcator* Wesm.** (Abb. 439 u. 440). Unter den von Eidmann gezüchteten Schlupfwespen war neben *Ichneumon nigritarius* Grav. diese Art zahlenmäßig am stärksten vertreten. Sie schlüpft wesentlich später als *nigritarius*. Seitner (1921) gibt für Galizien als Flugzeit die 2. Hälfte Juni an. „Kommt fast ebenso lange nach dem Falter aus als jener vorher, so daß wir hier kaum von einer doppelten Generation reden können." „Die ♀♀ werden vielmehr gleich genügend Spannerraupen vorfinden, in denen sie ihre Eier unterbringen können." Über die Kopula von *Heteropelma* (Abb. 440) berichtet E. O. Engel (1928). Auch diese Schlupfwespe ist ausgesprochen protandrisch (Steiner).

***Anomalon biguttatum* Grav.**[1]) Nach Steiner (1930) war diese Schlupfwespe der Hauptparasit bei der letzten mecklenburgischen Kalamität, und nach Seitner (1921) war ihr in erster Reihe das rasche Zusammenbrechen der Kalamität in Galizien zuzuschreiben. Seitner hat dieses häufige Vorkommen zu eingehenden Studien benützt, die zu folgenden Ergebnissen führten:

1) *Anomalon biguttatum* Grav. wird nicht selten mit der vorigen Art *Heteropelma calcator* Wesm. verwechselt. Auch unter dem Eidmannschen bayerischen „*Heteropelma*"-Material fanden wir bei einer nachträglichen Prüfung eine große Anzahl *Anomalon*. Man kann jedoch letzteren „leicht an dem gelben Schildchen erkennen gegenüber dem mattschwarzen Thorax bei *Heteropelma*. Außerdem unterscheidet sich *Heteropelma* von *Anomalon* durch den auffallend verlängerten Metatarsus der hinteren Beinpaare, welcher 4—5 mal so lang als das folgende Tarsalglied ist" (Steiner).

Besonders auffallend ist das späte Schlüpfen. Die von *Anomalon biguttatum* befallenen Spannerpuppen weisen noch bis tief in den Monat Juni hinein ihr normales Aussehen, d. h. noch dunkelgrüne Flügelscheiden auf und bewahren auch bis zu diesem Zeitpunkt ihre volle Beweglichkeit. Erst gegen Ende Juni „verändern sie allmählich ihr äußeres Ansehen, machen einen gelinden Erhärtungsprozeß durch und entlassen den Parasiten am Kopfteil. Auch bei dieser Art scheint Protandrie die Regel zu sein[1]). Die ♂♂ sterben bald nach der Kopula ab, während die ♀♀ bis in den Oktober hinein schwärmend angetroffen wurden. Die Untersuchung der Ovarien legereifer ♀♀ hat annähernd 90 Stück Eier für eine Wespe ergeben, deren Zahl sich jedenfalls durch weiter vor sich gehende Neubildungen noch um etwas erhöhen dürfte." Vom 20. Juli ab konnte im Zwinger die Copula (Abb. 441 B) wiederholt beobachtet werden; sie dauert sehr lange, 15 Stunden und mehr.

„Die Eiablage vollzieht sich an der wie hingegossen an der Nadel ruhenden unbeweglichen Spannerraupe in der Art, daß die Wespe letztere direkt in

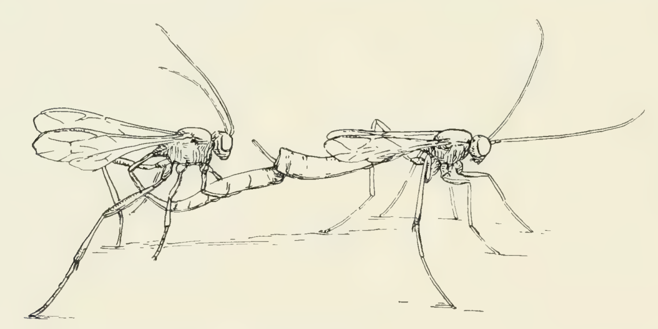


Abb. 440. Ein Pärchen von *Heteropelma calcator* Wesm. in Kopula. Nach E. O. Engel.

der äußersten Hinterleibsspitze oder im Kopfe selbst ansticht (Abb. 441 C). Die Raupe läßt sich durch die langwierigen und umständlichen Vorbereitungen der Wespe kaum jemals stören." Sobald die Wespe die richtige Stellung angenommen hat, schnellt auch schon der Bohrer pfeilgeschwind vor. In der Regel sitzt der 1. Stich gut, die Raupe schlägt heftig mit dem Vorder- oder Hinterleib und läßt sich auch oft an einem Gespinstfaden nach unten fallen. War die Ortsveränderung der Raupe nach dem 1. Stich nur eine kurze, dann kriecht die Wespe derselben vorsichtig nach, um dem Opfer noch einen 2. Stich zu versetzen. Seitner fand in einer Spannerpuppe oft eine größere Anzahl *Anomalon*-Larven, so einmal deren 10, noch dazu neben 1 Tachinen-Larve. Von diesen vermag sich nur eine einzige zu behaupten, während alle anderen eingehen müssen. Daß die 10 *Anomalon*-Larven nicht von einem, sondern von mehreren ♀♀ herrühren, hält Seitner für feststehend.

Die Embryonalentwicklung dauert nur etwa 8—10 Tage; um so längere

[1]) Nach Steiner trifft dies jedoch nicht zu.

Zeit beansprucht die Larvenentwicklung, bei der fünf Stadien unterschieden werden können. Das I. Stadium ist von sehr kurzer Dauer und dürfte nur wenige Tage anhalten. Das II. Stadium umgibt sich mit dem sog. Bildungssack (Sackstadium), geht in die Puppe über, um hier bald in das III. Stadium

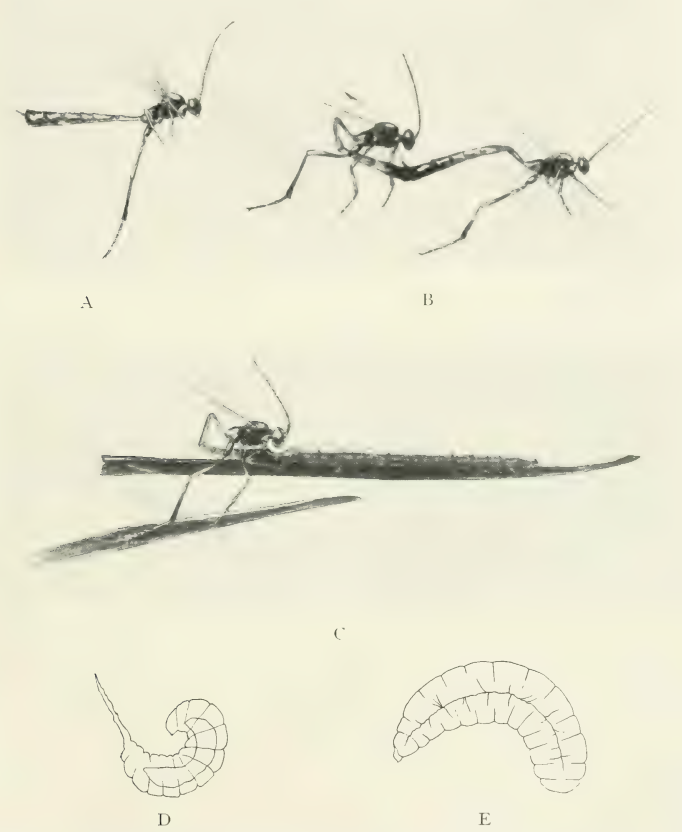


Abb. 441. *Anomalon biguttatum* Grav. A im Flug, B ein Pärchen in Kopula, C ein ♀ beim Anstechen einer Spannerraupe, D Larve im III. Stadium, E erwachsene Larve. Nach Seitner.

sich zu verwandeln (Abb. 441 D). Dieses dauert am längsten, etwa bis Mitte Juni. Beim Übergang in das IV. Stadium beginnen die ersten äußerlich wahrnehmbaren Veränderungen der Spannerpuppe (s. oben). Mit dem erreichten IV. Stadium erfolgt das weitere Wachstum außerordentlich rasch,

bis schließlich das V. Stadium (Abb. 441 E) den Innenraum der Spannerpuppe vollkommen ausfüllt. Die Stadien I—IV besitzen am Hinterleib ein wohl zur Fortbewegung dienendes schwanzartiges Organ, das im V. Stadium verschwindet. Die drei ersten Stadien können wohl nur flüssige Nahrung aufnehmen, während im IV. und V. Stadium außerordentlich kräftig entwickelte Mandibeln auftreten, die für die Aufnahme fester Nahrung geeignet sind. Dafür spricht auch das mit dem IV. Stadium beginnende überraschend schnelle Wachstum der Larven, und nunmehr wird auch mit dem Wirtskörper in allerkürzester Zeit vollständig aufgeräumt.

In Mecklenburg schlüpften nach Steiner die ersten Exemplare am 7. Juli, und noch Mitte September wurden außerordentlich starke Massenflüge von *Anomalon biguttatum* beobachtet, welche zum Teil in den Kronen stark befressener Kiefern schwärmten, zum Teil auch über der Bodendecke des Waldes flogen. Die letzteren Tiere waren ausnahmslos Männchen, welche vermutlich auf noch schlüpfende Weibchen warteten. Welch ungeheure Mengen hier noch in dieser späten Jahreszeit vorhanden waren, geht daraus hervor, daß mit wenigen Netzschlägen leicht Hunderte von Parasiten erbeutet werden konnten.

***Trichogramma evanescens* Westw.** und ***Telenomus* spec.** Bei der letzten mecklenburgischen Kalamität konnte Steiner die beiden Eiparasiten feststellen, und zwar erstere im allgemeinen in der Mehrzahl. Doch traten auch hier lokal bedingte Verschiedenheiten auf und es herrschte bald die eine, bald die andere Art vor. Das allgemeine Überwiegen der *Trichogramma* dürfte in deren überaus kurzer Entwicklungsdauer (10—14 Tage) gegenüber der viel längeren von *Telenomus* begründet sein[1]).

In einem Bericht aus der Oberpfalz vom Jahre 1896 (siehe F. Eckstein, 1923, S. 289) ist von einem häufigen Vorkommen von *Teleas* die Rede; die Gattung *Teleas* ist jedoch von Kieffer (Tierreich, 1926) in eine Anzahl Genera zerlegt worden, so daß keine Art bei jener Gattung geblieben ist, die Eiparasit von Lepidopteren ist. Die Arten der Kiefferschen Gattung *Teleas* schmarotzen bei Ipiden und Hemipteren. Die in Schmetterlingseiern parasitierenden Arten gehören nunmehr größtenteils der Gattung *Telenomus* an. Nach den dortigen Beobachtungen waren durchschnittlich 60% der Eier parasitiert. „Die besetzten Eier nahmen eine dunkle, fast schwarze Färbung an. Die Belegung der Spannereier wurde im Inspektionsweg auch in den übrigen Spannerfraßgebieten in ausgedehntem Maße beobachtet, und ist daher ohne Zweifel diese Insektengattung bei dem starken Rückgang der Spannerentwicklung im Jahre 1896 erfolgreich tätig gewesen."

Besonders interessant sind die Beobachtungen Steiners über den Unterschied in der Stärke der Eiparasitierung in reinen und gemischten Beständen. Danach verhielten sich die Prozentzahlen der Eiparasitierung in reinen Kiefernwäldern, in Kiefernwäldern mit Fichtenunterwuchs und in Kiefernwäldern mit Buchenunterbau zueinander wie 17,66 : 37,62 : 49,2. Diese Zahlen reden eine deutliche Sprache für den parasitenfördernden Einfluß der Mischwälder gegenüber den Monokulturen. Sie bringen zugleich eine Bestätigung der Angaben des Japaners Yano, der bei seinen Untersuchungen über die Eiparasitierung beim Kiefernspinner ebenfalls

[1]) Über die Bionomie von *Trichogramma* werden unten (bei der Eule) ausführlichere Angaben gemacht.

wesentliche Differenzen in der Stärke der Parasitierung in reinen und gemischten Beständen fand.

Die Tachinen.

Die Tachinenmaden gehen meist in sehr frühen Entwicklungsstadien in die Spannerpuppe über, so daß es am Anfang nicht ohne weiteres möglich ist, die tachinösen Puppen zu erkennen. Die Maden überwintern wohl meist in den Wirtspuppen und verlassen dieselben gewöhnlich erst im Frühjahr, um sich im Boden zum Tönnchen zu verwandeln. Über die Biologie der drei unten genannten Arten sind wir noch wenig unterrichtet[1]; einige Angaben finden wir bei W. Baer (1921), neuerdings bei Steiner (1931).

Carcelia rutilla **B. B.** Von Baer und von Eidmann bei mehreren Spannerkalamitäten in großer Zahl gezogen. Überwintert als winzige Larve in der Puppe des Wirtes, verläßt den letzteren im Frühjahr und schwärmt einige Zeit nach dem Auskommen des Spanners.

Lydella nigripes **Fall.** (Abb. 442). Die weitaus häufigste Art ihrer Gattung, durch große Polyphagie ausgezeichnet und vom Frühjahr bis zum Spätherbst fliegend. Die ♀♀ werden in 3—4 Tagen geschlechtsreif, die Puppenruhe währt nur 7—10 Tage, und die Dauer des Larvenlebens beträgt nur 2 Wochen. Nach Townsend soll *nigripes* in einem Jahr wenigstens 3 Generationen haben. Ihrer Fortpflanzung nach gehört sie zur *Compsilura*-Gruppe, das sind ovovivipare Arten, welche nach voraufgegangener Verwundung des Wirtes durch einen besonderen Dorn ihre Brut in denselben hineinbefördern. Besonders zahlreich wird *L. nigripes* Fall. aus dem Kiefernspanner gezogen[2]. Sie überwintert als Larve in dessen Puppen, verläßt die letzteren Anfang Mai, so daß die Tönnchen im Boden zu suchen sind, und schwärmt zugleich mit dem Falter. Eidmann erhielt in seinen Kulturen diese Tachine erst mehrere Wochen nach dem Falter, etwa zu gleicher Zeit mit *Heteropelma calcator* und noch nach diesem. Baer gibt eine lange Liste von Wirten dieser Tachine aus allen möglichen Schmetterlingsfamilien und sogar aus Blattwespen. Eidmann zog sie auch aus *Hematurga atomaria* L., die somit der Baerschen Liste noch beizufügen wäre.



Abb. 442.
Lydella nigripes Fall., die häufigste Tachine des Kiefernspanners. 4×.

Aus der von Steiner aufgestellten phänologischen Kurve (Abb. 443, S. 530) kann man deutlich ersehen, welche überragende Stellung *Lydella nigripes* unter den Spannerparasiten einnimmt. „Die Kurve von *Lydella* kommt an Höhe fast der ihres Wirtes gleich und übertrifft sie noch an Breite. Die ersten *Lydella* erscheinen in den Zuchten bereits mit den letzten Spannern (Mitte Juni). Der Höhepunkt ihrer Flugzeit liegt Ende Juni und anfangs

[1]) Ein eingehendes Studium der Spannertachinen ist dringend erforderlich.

[2]) Die Made lebt zuerst im Mitteldarm des Wirtes; erst später bohrt sie sich durch die Darmwand durch, um in der Leibeshöhle des Wirtes ihre Entwicklung zu vollenden (Steiner).

Juli. Im letzten Drittel des Monats Juli sind die letzten Exemplare geschlüpft." *Lydella nigripes* Fall. ist ausgesprochen protandrisch. Der Höhepunkt der Männchenkurve lag bei Steiners Zuchten in der Zeit vom 20.—28. Juni, derjenige der Weibchenkurve in der Zeit vom 29. Juni bis 9. Juli.

Die Lebensdauer der *Lydella*-Imagines beträgt nach Steiner über 4 Wochen. Da die beiden Geschlechter das Puppentönnchen vollständig geschlechtsreif verlassen, findet die Kopula kurz nach dem Ausschlüpfen statt. Da die ersten Räupchen des Spanners gleichzeitig mit den Tachinenweibchen schlüpfen, so werden auch diese wohl von den Tachinen infiziert werden.

***Zenillia libatrix* Pz.** Gleichfalls eine stark polyphage Form. Sie gehört hinsichtlich ihrer Fortpflanzung zur *Gonia*-Gruppe, d. h. sie legt ihre abnorm kleinen Eier auf die Nadeln in die Nähe der weidenden Raupen, die sie mit der Nahrung in den Darmkanal aufnehmen. Dort schlüpfen die Larven aus und bohren sich durch die Darmwand hindurch, um dann die gleichen Bedingungen zur Weiterentwicklung zu finden wie die übrigen Tachinenmaden. Die Art wurde von Eidmann bei der letzten bayerischen Kalamität häufig gezogen, bei der letzten mecklenburgischen Kalamität dagegen fehlte sie nach Steiner ganz.

Die Polyphagie ist „von großer Bedeutung für die Vermehrung der Tachinen und vor allem für die Erhaltung eines eisernen Bestandes derselben in einem Revier. Kennen wir doch für *C. rutilla* B. B. bereits 24, für *Z. libatrix* Pz. deren 18 und für *L. nigripes* sogar 30 Wirte. Und diese Zahlen werden sich durch weiter fortgesetzte Beobachtungen noch vermehren lassen."

Die Bedeutung des Heidekrautspanners (*Hematurga atomaria* L.) für die Parasitenvermehrung.

Wir haben oben betont, daß die Ungleichheit des Parasitenstandes innerhalb eines Waldgebietes möglicherweise zum Teil darauf zurückzuführen ist, daß vorher die Vermehrung anderer Insekten, die den meist stark polyphagen Spannerparasiten als Wirtstiere gedient haben, stattgefunden hat. Zu diesen Wirtstieren gehört der Heidekrautspanner, der mitunter in großer Zahl auf dem Heidekraut in Kiefernwäldern auftritt. Eidmann (1926) hat die wichtige Frage nach diesen Zusammenhängen studiert und ist dabei zu folgenden Resultaten gekommen:

„Aus den Heidekrautspannerpuppen (die bei der oberpfälzischen Spannerkalamität 1924—26 mit Kiefernspannerpuppen massenweise an das Münchener Institut eingesandt wurden) kamen zahlreiche Parasiten aus, die sich auf folgende Arten verteilten:

1. *Ichneumon nigritarius* Grav., etwas kleinere Stücke als aus dem Kiefernspanner.

2. *Ichneumon bilunulatus* Grav., ebenfalls kleiner als sonst und mit roten statt dunklen Hinterschenkeln. Diese Variation war seither nur für das Männchen beschrieben.

3. *Ichneumon bilunulatus* var. *derivator* Wesm., auch aus Kiefernspanner gezüchtet.

4. *Plectocryptus arrogans* Grav., ebenfalls ein beim Kiefernspanner vorkommender Parasit. Aber auch hier stimmen die Stücke nicht ganz überein, sie sind kleiner und mit stärkerem Zahn am Medialsegment.

5. *Plectocryptus perspicillator* Grav.
6. *Pimpla turionellae* L.
7. *Anomalon cerinops* Grav.

Dazu kommt noch die Tachine *Lydella (Ceromasia) nigripes* Fall. (det. Dr. E. O. Engel), die auch in großer Menge aus dem Kiefernspanner gezüchtet wurde und *Ramphomia marginata* (= *platyptera* Fall.)."

„Ein Vergleich dieser Parasiten mit den aus dem Kiefernspanner gezüchteten zeigt sofort, daß in der Tat eine große Anzahl — nicht weniger als 5 — auch im Kiefernspanner vorkommen. Das vielfach ganz andere Aussehen der Parasiten aus *Hematurga atomaria* L. gegenüber den gleichen Arten aus dem Kiefernspanner ließ zunächst Zweifel an der Identität aufkommen, die aber durch die Bearbeitung Ruschkas sichergestellt wurde." „Jedenfalls ist die Tatsache von großem Interesse, daß der Phänotyp derselben Parasitenart durch den Übergang in eine andere Wirtsspezies so stark beeinflußt und abgeändert wird. Nicht nur die Systematiker, die ihre Bearbeitung fast nur auf gefangenes Material gründen und die Färbungsunterschiede viel zu hoch einschätzen, worunter natürlich die genaue Determination der Ichneumoniden sehr leidet, können hieraus ein lehrreiches Beispiel ziehen, auch für den Physiologen böte sich hier ein dankbares und sicher erfolgreiches Arbeitsfeld."

„Zahlenmäßig war unter den Heidekrautspannerparasiten *Ichneumon bilunulatus* Grav. am stärksten vertreten, also auch ein Parasit des Kiefernspanners, während *I. nigritarius* Grav. in weit geringerer Zahl als beim Kiefernspanner gezüchtet wurde. Wir können daher nach alledem mit Recht annehmen, daß ein starker Heidekrautspannerbestand ein Parasitenreservoir darstellt, das unter Umständen bei der Vorbeugung und auch bei der biologischen Bekämpfung einer Kiefernspannerkalamität vorzügliche Dienste leisten kann"[1].

„Nun bliebe noch eine andere interessante Frage, nämlich die, ob *H. atomaria* L. vielleicht als Wirt der Sommergeneration von *I. nigritarius* Grav. in Betracht kommen könnte. Wenn dies der Fall wäre, würde nämlich der Heidekrautspanner noch wesentlich bedeutungsvoller für die Vermehrung des Hauptkiefernspannerparasiten sein. Ausschlaggebend für die Beantwortung dieser Frage ist natürlich der Generationsverlauf von *H. atomaria* L."

„Aus der Literatur (Spuler, Berge, Blaschke) läßt sich entnehmen, daß der Heidekrautspanner zwei Generationen hat, von denen die erste im April und Mai, die zweite im Juli bis September fliegt. Die Raupe frißt dementsprechend im Mai—Juni und September—Oktober. Sie wird an Heidekraut, Ginster, Birke, Beifuß und ähnlichen Gewächsen angetroffen. Der Flug der im Frühjahr ausschlüpfenden Falter findet also 1—2 Monate früher als der des Kiefernspanners statt, und dementsprechend früher trifft man auch die Raupen an. Es trifft sich also zeitlich so, daß die im Frühjahr aus den Kiefernspannerpuppen schlüpfende Generation von *I. nigritarius* Grav. gerade recht kommt, um die Raupen der zweiten Generation des Heidekrautspanners anstechen zu können. Wenn dann die zweite Parasitengeneration aus den infi-

[1]) Vom Verfasser gesperrt.

zierten *atomaria*-Puppen im Sommer ausschlüpft, kommt es wiederum gerade recht, um die inzwischen fressenden Raupen des Kiefernspanners infizieren zu können, in deren Puppen sie dann als Larve überwintert."

„Damit wäre der Kreislauf geschlossen, und es ist höchst wahrscheinlich, daß *H. atomaria* L. (vermutlich neben anderen Wirten) als ein wichtiger Träger der zweiten Generation von *J. nigritarius* Grav. anzusehen ist. Damit ist die große Bedeutung des Heidekrautspanners für die Vermehrung unseres wichtigsten Kiefernspannerparasiten zum mindesten in hohem Maße wahrscheinlich geworden." Daß diese Verhältnisse nicht für alle Klimabezirke des Spannervorkommens (wie z. B. für Mecklenburg) Geltung haben, ist oben des näheren ausgeführt.

Kontinuität der Parasitierung.

Steiner stellte auf Grund seiner Beobachtungen in Mecklenburg eine phänologische Kurve der Flugzeit des Spanners und seiner Hauptparasiten auf, die hier wiedergegeben ist (Abb. 443). Aus ihr ist ohne weiteres zu entnehmen, daß der Ablauf einer Spannergeneration von einer kontinuierlichen Reihe von Parasiten begleitet wird. Schon die Ichneumoniden allein bilden in ihrer Aufeinanderfolge eine fast geschlossene Linie, die im Frühjahr mit

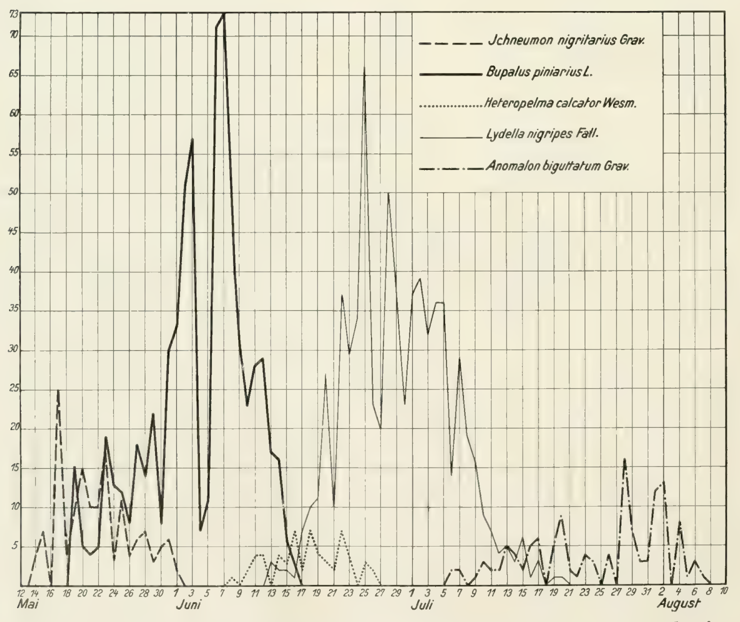


Abb. 443. Phänologische Kurve für die Flugzeiten des Kiefernspanners und seiner Hauptparasiten. Nach Steiner.

Ichn. nigritarius beginnt, von *Heteropelma calcator* weitergeführt und von *Anomalon biguttatum* zu Ende gebracht wird. Vervollständigt wird die Kontinuität noch durch die beiden Tachinen, deren Schlüpfkurve ziemlich synchron verläuft.

Ist die Zunahme des Parasitenstandes im Verlauf einer Gradationsperiode stets Ursache der Krisis?

Steiner hat während der letzten mecklenburgischen Spannerkalamität eingehende Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Massenwechsel des Spanners und dem seiner Parasiten angestellt, um vor allem darüber Aufschluß zu erhalten, inwieweit die Vermehrung der Parasiten für den Zusammenbruch der Kalamität verantwortlich gemacht werden kann. Es ergaben sich dabei kurz zusammengefaßt für die letzten drei Jahre der Gradation nach den Resultaten der Puppenzuchten folgende Zahlen[1]):

Jahr	Gesamt-parasitierung	Parasitierung durch Tachinen	Parasitierung durch Ichneumonen
1928 (Eruption)	27,00 %	9,88 %	17,12 %
1929 (Kulmination) . . .	41,94 %	31,62 %	10,32 %
1930 (Krisis)	62,64 %	45,58 %	17,05 %

Im Eruptionsjahr betrug also die Parasitierung 27%, im Kulminationsjahr ca. 42% und im Jahr des Zusammenbruches ca. 63%, d. h. der Parasitenstand hat im Laufe der Gradation Jahr für Jahr eine erhebliche Zunahme erfahren, wobei die Tachinen führend waren[2]). Aber trotzdem reicht die Parasitierung nicht aus, der Kalamität ein Ende zu machen, denn das Krisenjahr 1930 brachte immer noch 37% parasitenfreie Puppen.

So mußte also die Ursache für den Zusammenbruch anderswo gelegen sein. Steiner glaubte dieselbe in einer in den letzten Gradationsjahren aufgetretenen auffallend starken Mortalität der Spannerpuppen (Mykosen und Bakterien) erblicken zu dürfen (s. unten). Die Sterblichkeit betrug im Jahre 1930 ca. 64%. „Es scheint demnach, als ob die in der Gradation sich auswirkende anormale Vermehrungstendenz des Spanners die Disposition schafft für eine erhöhte Krankheitsanfälligkeit gegen Pilze und Bakterien." In diesem Umstand ist nach Steiners Meinung „einer der wichtigsten Faktoren zu suchen, der in die Massenvermehrung des Schädlings regelnd eingreift"[3]).

---

[1]) Über die Methoden der Feststellung des Parasitenbefalls siehe unten S. 551 ff.

[2]) Nach Ziegler (1922) stieg die Parasitierung während der Spannerkalamität (1916—1918) in den Wäldern von Sandomiercz von 25% (1917) bis zu 72% (1918), wobei 50% auf *Anomalon biguttatum*, 12% auf *Heteropelma calcator* und 10% auf andere *Ichneumon*-Arten und *Lydella nigripes* entfielen (s. Steiner).

[3]) Durch Erkrankung der Puppen werden natürlich auch die darin befindlichen Parasitenstadien schädlich beeinflußt, und zwar um so mehr, je länger die Parasitenlarven in der Spannerpuppe verweilen. So wurden auch nach Steiners Beobachtungen am meisten die sich so langsam entwickelnden *Heteropelma* und *Anomalon* betroffen, während die frühzeitig die Spannerpuppe verlassenden Parasiten, wie *Ichn. nigritarius* und vor allem die Tachinen, weit weniger zu leiden hatten.

Auch durch Konkurrenz bzw. Überparasitismus kann die Vermehrung der Parasiten Einbuße erfahren, was Steiner vor allem im Krisenjahr besonders häufig beobachten konnte. Dabei war eine zweifache Parasitierung die

Räuberische Arthropoden.

Unter den räuberischen Arthropoden des Spanners spielen die Ameisen, vor allem *Formica rufa* L., eine hervorragende Rolle. Schon Ratzeburg (W. 176) weist darauf hin mit den Worten: „Vor allem zeichneten sich wieder die Ameisen aus, welche ganze Oasen wie beim Spinner grün erhielten. Auf einer solchen von ca. 150 Quadratruten fanden sich 5—6 große Haufen. Die Ameisen bekriegten sogar Falter, wenn sie in ihr Reich kamen." Eingehender hat sich in neuer Zeit Eidmann mit der Rolle der Ameisen bei Spannerkalamitäten befaßt. „Die rote Waldameise jagt auf den Bäumen und vernichtet deren Raupen." „Die Puppen dagegen sind vor den Ameisen sicher. Offenbar erkennen die Ameisen die Puppen überhaupt nicht als lebende Wesen." Auch Jucht kam bezüglich der Puppen zu dem gleichen Ergebnis, und zwar auf Grund von Versuchen, in denen die Ameisen gesunde[1]) Puppen niemals berührten. Dagegen werden die frisch geschlüpften Falter von den Ameisen massenhaft getötet. „Ich sah," berichtet Eidmann, „während des Falterfluges in Roding (Oberpfalz) an einem riesigen Waldameisenhaufen, wie auf einer breiten, verkehrsreichen Ameisenstraße Dutzende von Faltern eingetragen wurden. Häufig trug eine Ameise ganz allein einen Falter, dessen Flügel wie eine hocherhobene Standarte über dem Ameisenzug schwebten. Die Untersuchung derartiger Falter zeigte, daß fast alle Weibchen waren, die ihren gesamten Eiervorrat noch bei sich hatten. Der Grund dafür, daß gerade die Weibchen so häufig den Ameisen zur Beute fallen, liegt wohl darin, daß diese mit ihrem eierbeschwerten Hinterleib viel schwerfälliger sind als die Männchen und daher leichter erbeutet werden, zumal dann, wenn sie frisch geschlüpft sind. Daß frisch geschlüpfte Schmetterlinge und auch andere Insekten sehr häufig den Ameisen zur Beute fallen, konnte ich bereits durch frühere Beobachtungen feststellen. Wir werden daher nicht fehlgehen, die rote Waldameise als eines der wichtigsten Raubinsekten zu bezeichnen."

Außer Ameisen beobachtete Eidmann (1926) beim letzten oberpfälzischen Fraß noch Raphidien in großer Zahl, sowohl Imagines als Larven, die in den Kronen sich aufhielten, um dort zweifellos Jagd auf Spannereier zu machen, und endlich eine auffallend große Zahl kleiner Spinnen, ebenfalls in den Kronen, wo sie wohl den Raupen, vor allem den kleinen Eiräupchen nachstellen.

Regel, doch kamen auch dreifache und vereinzelt sogar siebenfache Parasitierung vor. Da aus den überparasitierten Puppen gewöhnlich nur ein normaler Parasit schlüpft, so bedeutet die Überparasitierung eine Hemmung in der Vermehrung des Parasitenstandes. Welcher Parasit sich im Kampf gegen seine Mitparasiten behaupten wird, hängt von der Entwicklungsgeschwindigkeit der Konkurrenten ab. So sind die Tachinen gegenüber *Heteropelma* und *Anomalon* im Vorteil, da die Larven der ersteren sich viel rascher entwickeln und dann die noch kleinen Schlupfwespenlarven leicht verdrängen. Wo mehrere spät sich entwickelnde Ichneumonidenlarven in einer Puppe sind, suchen sich diese auf einem möglichst frühen Entwicklungsstadium durch gegenseitiges Anbeißen unschädlich zu machen.

[1]) Einen von Wolff (S. 140) wiedergegebenen Bericht der Oberförsterei Rehberg von 1909, wonach dort „viele kleine gelbe Ameisen die Puppen zerstörten", möchte ich mit einem Fragezeichen versehen. — Nach einem Bericht aus einem oberpfälzischen Forstamt (F. Eckstein, 1923) wurde ein auffallend starkes Auftreten der kleinen roten und rotbraunen Ameisen (wohl *Myrmica?*) beobachtet, welche die beim Werfen von Probestämmen herunterfallenden Spannerraupen ergriffen und forttrugen (?).

Neben den hier genannten Räubern werden in den verschiedenen Berichten noch viele andere räuberische Arthropoden genannt. So erwähnt ein Bericht des Forstamtes Forchheim (Oberpfalz), daß beim Fraß 1893 „Laubheuschrecken“ an der Verminderung teil hatten *(Barbitistes?* s. Bd. II, S. 12). Ein späterer Bericht (1912) des gleichen Forstamtes nennt „Laub- und Raubkäfer“, Coccinelliden, Syrphidenlarven, neben Wanzen und Spinnen, welch letztere sich in einem bisher noch nicht beobachteten Maße vermehrt hatten und „den Spannerraupen ganz gewaltig zu Leibe rückten“ (F. Eckstein).

Auch Elateridenlarven wurden als Vernichter der Puppen festgestellt; in einem Fall (Forstamt Bodenwöhr, 1894) sollen 45% der Puppen von ihnen befallen bzw. ausgefressen gewesen sein.

Vögel [1].

Bei der Bewertung der Vögel als Vertilger des Kiefernspanners müssen wir die normale Tätigkeit der endemischen Vogelpopulation von der Tätigkeit zugezogener Massen unterscheiden. Erstere führt den stillen Kampf, dessen Enderfolg oft nicht unmittelbar in das Gesichtsfeld des Wirtschafters fällt, letztere richten durch geräuschvolles Gebaren und offenbar große Vertilgungsziffern die Aufmerksamkeit auf sich und können leicht zu einer Überschätzung ihrer zur Zeit der Kulmination des Fraßes einsetzenden Tätigkeit führen. Wirtschaftlich beachtenswert sind beide Vertilgungsmodalitäten.

In die Biozönose des Kiefernwaldes gehören vor allem die Meisen und Goldhähnchen, von denen 5 Arten erwähnt werden. Unter ihnen ist die Blaumeise am seltensten vertreten, da ihre sozialen Tendenzen am schwächsten sind und oft nur saisonweise ausgelöst zu werden scheinen (im Winter). Meisen verzehren Raupen, Falter, Puppen und Eier. Sie fressen zwar etwas langsamer als andere Vögel, doch verzehrte nach Juchts Beobachtungen (1925) eine Haubenmeise in 3 Minuten 17 Puppen. In Etzenricht (Oberpfalz) traten die Meisen in großen Schwärmen von etwa 200—300 Stück auf, die von Baumkrone zu Baumkrone flogen und dabei zahlreiche Spannerraupen verzehrten. Durch Fütterungsversuche erhärtete Rörig [2]) die Annahme, daß die Vertilgung des Kiefernspanners auch durch Sumpf- und Schwanzmeisen dort erfolgen kann, wo die Biotope der Arten sich berühren.

Bei den Buchfinken findet eine Zuwanderung zum Ort der Nahrungsfülle im allgemeinen leichter statt als bei den Meisen. Jucht nennt sie deshalb die „tätigen Helfer“. Nach Ratzeburg (W. I. 178) blieben auch Bergfinken den Sommer über am Fraßherd angezogen durch die Fülle des Nahrungsobjektes. Hänel (briefliche Mitteilung) schätzt die Tagesleistung eines einzigen Buchfinken vorsichtig auf 100, die von Meisen auf 200 Raupen. Er konnte außerdem die Ausschließlichkeit der Ernährung durch Spanner während des Wütens einer Kalamität bei beiden Vogelgattungen feststellen. Wichtig ist, daß der Buchfink auch noch im Herbst, zu einer Zeit also, wo der soziale Instinkt ihn meist zu einer Ernährung durch

---

[1]) Bearbeitet von Dr. A. von Vietinghoff.
[2]) Mitteilungen der Biol. Reichsanst. IV. Bd. 1905. S. 40.

Unkrautsamen treibt, in Schwärmen in den befallenen Beständen blieb. Anscheinend haben auch Leinfinken und Zeisige anfangs der 60er Jahre im Dresdner Bezirk Puppen des Kiefernspanners vertilgt (Tharandt. Forstl. Jahrb. 1887, 301).

Über die Tätigkeit der Drosseln bei Spannergradationen berichtet Ratzeburg (W. I. 178) folgendes: „In höchst auffallender Weise haben sich beim letzten Fraß die Drosseln (besonders Zippe und Schnarre) nützlich gezeigt: nach Kohli verfahren die Drosseln weit gründlicher als das Schwein und lassen da, wo sie einfallen, selten eine Puppe liegen. Wenn Tausende aufflogen, sagt Hr. Seeling, glaubt man einen fernen Donner zu hören. Ich sah noch im Juli die Plätze, wo sie nach Puppen stechend das Moos aufgedeckt hatten. Der Ziemer *(T. pilaris)*, welcher lieber Ränder und Alleebäume besucht, zeigt sich dabei nicht. Herr von Kamptz sah in seinen Forsten große Flüge von Drosseln . . .“ Die Amsel beobachtete Eidmann (1926a) in Mittelfranken als Vertilger der Puppe.

Fast regelmäßig erscheinen die Corviden in den befallenen Gebieten. So zogen im November 1894 bei Fürstenwalde große Scharen „schwarzer und grauer“ Krähen und Hunderte von Dohlen zu den Fraßstellen, rissen das Moos auf und holten darunter solange alltäglich Raupen und Puppen hervor, bis der am Ende des Monats einsetzende Frost ihrem Eifer ein Ende setzte. (Deutsche Forstzeitung 1895, S. 226.) In einem anderen Revier fielen Hunderte von Nebel- und Saatkrähen wochenlang täglich bei Sonnenaufgang an den Stellen des Befalls ein und suchten von den äußersten Zweigspitzen „emsig ihren Morgenimbiß“; es erfolgt dann eine Ruhepause bis gegen 11 Uhr, wonach „die ganze Gesellschaft wieder erschien, und zwar am Boden, wo sie in Linie die von der Sonne beschienenen Südhänge der Berge absuchte und bei emsiger Suche oft die größten Kämpfe entstanden“ (Deutsche Jägerzeitung 1895/96, S. 344). — Trägårdh (Forstw. Centralbl. 1924, S. 440) kennt die Krähe als Vertilger der Puppe aus Schweden.

Der Eichelhäher wird von Loos[1]), Baer[2]) und Hänel[3]) als Vertilger von Raupe und Puppe angeführt. Loos erzählt von 147 Raupen in einem Magen. Bei einem sächsischen Fraß (1892/93) wurde auch die Elster als Vertilger beobachtet. Um welches Entwicklungsstadium des Insekts es sich handelte, geht aber aus den Angaben nicht hervor.

Eigentümlich ist die Häufigkeit, mit der gerade der Tannenhäher, und zwar der nordische, aber auch gegebenenfalls der einheimische (Oberfranken 1892—96) bei starken Gradationen erscheint (F. Eckstein, 1923, 287). Soziale Ansammlungen, die der Vertilgung von Raupe und Puppe galten, beobachtete Hänel (1914) in der Rheinpfalz. — Von den oberpfälzischen Kalamitäten heißt es: „Er verminderte . . . hauptsächlich die Zahl der schon im Boden befindlichen, kurz vor der Verpuppung stehenden Raupen. So hatte ein geschossenes Exemplar noch 470 unverdaute Raupen im Magen.“ „Weite Flächen bieten durch die Arbeit desselben den Anblick, als wäre der Boden von Schweinen durchwühlt.“ Von einem Fraß im Fichtelgebirge wird berichtet: „. . . nur wo hohes Beerenkraut sie nicht durchließ,

1) Ornitholog. Monatsschr. 1902, S. 15.
2) Aus der Natur. 1913. Siehe auch Bd. I dieses Werkes S. 230.
3) Zeit. f. ang. Entom. I. Bd. 1914. 218.

war der Boden nicht durchgearbeitet. Die bei weitem größte Fläche konnte jedoch von Tannenhähern durchsucht werden, und ihre Arbeit dauerte bis zum Winter. Auf der durchgehackten Fläche konnten nur wenige Puppen gefunden werden" (Fw. Ctrbl. 1912, 232).

Stare werden hier und da als Vertilger des Kiefernspanners erwähnt, wenn auch nicht so häufig wie gelegentlich der Forleulenkalamitäten (wofür ein ersichtlicher Grund nicht vorliegt). Nach F. Eckstein (1923, 288) ist 1895 im Forstamt Herrenhütte den Staren das größte Verdienst an der Spannervertilgung im Puppen- und Raupenstadium zugefallen. Sie sollen sich allerdings dort ebenso wie die Krähen nur an den Waldrändern gezeigt haben. Auch aus Oberfranken ist die Mitwirkung der Stare bekannt geworden.

Gegenüber den Hauptvertilgern spielen die Gelegenheitsvertilger eine untergeordnete Rolle. Einzelne treten so sporadisch auf (Wendehals, Baumläufer, Kleiber, Rotkehlchen, Rotschwänzchen, Waldkauz, Wespenbussard[1]) und Ringeltaube wurden als Vertilger nachgewiesen), daß ihre Tätigkeit wirtschaftlich kaum fühlbar sein wird. Anderen Vögeln wieder, die systematisch ihre Nahrung am Boden suchen oder sich in Flügen am Befallsherd einfinden, kommt eine gewisse Bedeutung doch zu. So beteiligten sich in Mittelfranken Auer- und Birkwild an der Puppenvertilgung, die nach den Berichten verschiedener Forstämter der Vogelwelt gemeinsam mit Fuchs und Dachs restlos gelungen sein soll (Eidmann, 1926a). Öfters finden sich Kuckucke, sogar in großer Zahl, am Fraßort ein und vergessen vor Gier alle Vorsicht vor dem Menschen.

Erwähnen wir die Spechte als Vertilger des Kiefernspanners, so mit der Einschränkung, daß im allgemeinen nur der große Buntspecht in Frage kommen wird (s. Baer)[2]). Zwar wurde auch der Schwarzspecht im Boden nach Puppen suchend betroffen, jedoch dürfte dieser Fall als eine Ausnahme zu betrachten sein. Besonders viel Spechte wurden bei dem schon erwähnten Fraß in der Nähe von Fürstenwalde zusammen mit Kleibern beobachtet (Deutsche Forstzeitung 1895, S. 226).

Fällt die Vertilgung des Falters in erster Linie den Kleinvögeln zu (Kohlmeisen, Finken), so können sich natürlich die Schwirrflieger unter ihnen nur auf die Vertilgung des Imaginalstadiums spezialisieren. Gelegentlich des Fraßes im sächsischen Staatsforst (1892—96) sah man Schwalben in den Mittagsstunden fleißig an den Bestandesrändern hin- und herstreichen und die Falter in großer Anzahl wegfangen[3]). Von einem Oberlausitzer Fraß (1818) wird berichtet, daß der Mauersegler als Vertilger des größten Schutzes bedürfe (die Anmerkung, der Mauersegler brüte in der Heide, läßt allerdings den Argwohn aufkommen, der Beobachter sei ornithologisch nicht ganz sattelfest gewesen[4]). Auch Trägårdh wurde bei einem Fraß in Schweden auf die Bedeutung der Schwalben aufmerksam[5]).

So ist also auch bei Kiefernspannergradationen die Beteiligung der Vögel an der Vernichtung eine erhebliche. Mindestens 32 Arten kann man

---

[1]) In dem Magen eines Wespenbussards wurden einmal 1400 Spannerraupen gefunden (s. Bd. I dieses Werkes S. 235).

[2]) Aus der Natur. 1913 (s. auch Bd. I dieses Werkes S. 234).

[3]) Bericht der 43. Versammlung d. sächsischen Forstvereins 1898.

[4]) Forst- und Jagdarchiv von und für Preußen 1818. S. 53.

[5]) Forstw. Centralbl. 1924. 440.

heute schon als typische und gelegentliche Vertilger gelten lassen. Unter ihnen vertilgen z. B. die Meisen sämtliche Entwicklungsstadien des Schädlings. In jedem Falle über die unmittelbare ökonomische Wirkung Rechenschaft abzulegen, ist freilich nicht möglich[1]).

Säugetiere.

Unter den Säugern scheint den Spitzmäusen und Mäusen eine hervorragende Bedeutung bei der Vernichtung des Spanners im Puppenstadium zuzukommen, wie aus verschiedenen Berichten hervorgeht. Am eingehendsten hat sich Jucht (1925) mit dieser Frage beschäftigt, und zwar auch experimentell. Er legte eine große Anzahl Spannerpuppen auf bestimmten Plätzen aus, die derart mit Reisig überdeckt wurden, daß sie dem Zutritt von Vögeln verschlossen waren. Auf diesen Stellen wurden vom 2. bis 30. April 20 510 Puppen aufgezehrt, hiervon hatten 4709 die Spitze verloren, 15 801 fehlten ganz. Vorhandener Mäusekot ließ auf Mäuse schließen; der Mageninhalt gefangener Mäuse bestand fast ganz aus Puppenresten. Eingezwingerte Mäuse verzehrten die Puppen anfänglich ganz, „nach einiger Sättigung nahmen sie, nach Eichhörnchenart aufsitzend, die Puppen zwischen die Vorderpfötchen, bissen die Spitze ab und saugten den Inhalt aus". Eine Maus verzehrte in 1 Minute 11 Puppen auf diese Weise. „Schon bei der Puppensuche im Jahre 1912 fielen Stellen, die aus Durchhöhlungen der Humus- und Moosschichten auf die Anwesenheit von Mäusen schließen ließen, durch ihre geringe Anzahl von Puppen auf. Die gleiche Wahrnehmung ließ sich in fast noch höherem Grade im Jahre 1913 machen und gab der Hoffnung Raum, daß die Massenvermehrung der Mäuse im Jahre 1913 durch eine Massenverminderung der Spannerpuppen nützlich werden möchte." „Von allen Puppenfeinden scheinen die Mäuse die meiste Beachtung zu verdienen. Sie suchen die Puppen in ihren Lagern auf und verlangen nicht, wie die Vögel, daß man sie ihnen durch Streuentfernung besonders darbietet."

Nächst den Spitzmäusen und Mäusen kommen noch Maulwurf, Wildschwein und Dachs in Betracht. Der Dachs hat sich bei der letzten Spannergradation in der Oberpfalz als ausgezeichneter Puppenvertilger gezeigt. Eidmann (1926) hat in Ensdorf „Hunderte von Quadratmetern gesehen, die vom Dachs systematisch nach Puppen abgesucht waren". Gefundene und eingesandte Dachslosungen waren „derartig mit Spannerpuppen gespickt, daß man unbedingt den Eindruck bekam, daß die Nahrung des Dachses in diesem Falle fast nur aus Spannerpuppen bestanden haben mußte" (Abb. 444). Trotzdem aber dürfte der Dachs bei seiner leider relativ großen Seltenheit kaum eine größere Rolle bei der Bekämpfung des Spanners spielen. Auch Oberförster Kolster (1927) konnte in der Oberförsterei Hers-

[1]) Jucht (1925) rät, daß man „seine Hoffnungen auf die Tätigkeit der Vögel nicht überspannen soll, auch wenn man Scharen von ihnen noch so fleißig Raupen, Puppen und Falter aufnehmen sieht. Ihre Tätigkeit ist Kleinarbeit". „Gegenüber einer katastrophalen Massenvermehrung ist schon die Zahl der in Betracht kommenden Vögel viel zu gering, als daß ihnen eine besondere Stoßkraft bei der Bekämpfung zukommen könnte." „Zudem ist nicht anzunehmen, daß die Vögel bei dem reich und mannigfach gedeckten Tisch des Waldes sich für längere Zeit auf die einseitige Kost einer Insektenart so beschränken, daß einer Massenvermehrung eine entsprechende Massenvernichtung gegenüberstünde."

feld-Ost die nützliche Tätigkeit des Dachses beobachten; er kam zu dem Ergebnis, daß an den Plätzen, wo der Dachs gestochen hatte, etwa 50% weniger Spannerpuppen waren als da, wo er nicht gestochen hatte. Noch bedeutender kann die vernichtende Rolle des Schwarzwildes werden, wo dieses in größerer Zahl vorhanden. Kolster berichtet, daß in den Revieren, in denen kein Schwarzwild vorkommt (Hersfeld-Ost, Heringen), starker Spannerfraß aufgetreten ist, während ein solcher in den Revieren Hersfeld-West usw., die einen großen Schwarzwildstand haben, nicht auftrat.

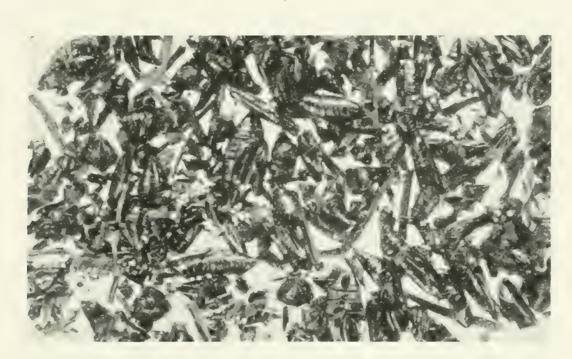


Abb. 444. Dachslosung, fast ausschließlich aus Spannerpuppen bestehend.

Polyederkrankheit.

Wolff (1910) stellte die Polyederkrankheit bei Spannerpuppen fest. „Die Puppen machen etwa Ende Dezember einen vertrockneten Eindruck." „Man braucht nur etwas von dem verjauchten und meist zu einer mißfarbigen (nicht spangrünen) Masse eingetrockneten Inhalt in einem Tropfen Wasser aufzuschwemmen, so wird man die Polyeder leicht feststellen können." Wolff nimmt ferner an, daß die „schwarzfleckigen" oder „verjauchten" Raupen, von denen in verschiedenen Berichten aus der Praxis die Rede ist, von der Polyederkrankheit befallen waren. Welche Bedeutung der letzteren für die Beendigung der Spannerkalamitäten zukommt, ist noch fraglich; Wolff scheint sie nicht allzu hoch einzuschätzen. Die Frage der Polyederkrankheit beim Spanner bedarf noch eingehender Prüfung.

Mykosen und Bakterien.

Im Jahre 1858 beschrieb Lebert eine „Pilzkrankheit der *Fidonia piniaria* Tr., hervorgebracht durch *Verticillium corymbosum* Leb.". Die Beobachtungen wurden in Schlesien (Glogau) gemacht: Schon einige Tage nach der Verpuppung „bekamen die Luftlöcher an den Seiten des Körpers zwischen den Artikulationen einen eigentümlichen weißen Schimmer; bald bedeckten sie sich mit einem feinen, weißen, schimmelartigen Anflug. Dabei wurden die Puppen auf Druck träge, allmählich dehnte sich der Schimmel über einen großen Teil der ganzen Oberfläche der Puppe aus und die Tiere starben". Fast alle Spannerpuppen der dortigen Gegend erkrankten und

gingen zugrunde. „Der weiße Schimmelanflug fing alsdann an, kleine Hervorragungen auf der Oberfläche der Puppe zu bilden, welche einen ziemlich mannigfaltigen Anblick darboten. Die einen hatten ein mehr längliches, stielartiges Aussehen und waren einfach oder unregelmäßig verzweigt; andere bildeten etwas regelmäßigere Auswüchse mit knopfartiger oder keulenförmiger Endanschwellung. Die größten hatten bis auf 1 cm Länge, auf 1—3 mm Dicke. Zwischen diesen Hervorragungen findet man ein mehr plattes, weiches wie flockiges Netz, ein gewissermaßes verfilztes Netz. Die größten Hervorragungen stehen unregelmäßig gruppiert beisammen oder sind mehr verzweigt." Lebert beschreibt den Pilz als *Verticillium corymbosum*. Lakon gibt eine kurze Beschreibung der Art in seiner Bearbeitung „der insektentötenden Pilze" im I. Band dieses Werkes (S. 280), wo sie unter den „*Fungi imperfekti*" eingereiht ist, und bemerkt hierzu, daß dieser Pilz vielfach mit *Botrytis Bassiana* verwechselt und auch als Konidienform eines *Cordiceps* angesehen wird. Wahrscheinlich ist die von Hartig (1869) in der Oberförsterei Biesental 1868 beobachtete Verpilzung der Spannerpuppen auf den gleichen Pilz zurückzuführen. Hartig fand im Sommer eine große Zahl von Puppen, die nicht ausgekommen waren, aber „im Innern und zum Teil auch außerhalb die weiße Pilzmasse des *Cordiceps* zeigten". „Schön entwickelte Isarien fanden sich dagegen erst im folgenden Jahr, anfangs Februar in reicher Anzahl in diesen Beständen." Es dürfte somit, meint Hartig, „die Verminderung und das fast gänzliche Verschwinden des Spanners (im Jahre 1868) einer schon 1867 herrschenden Pilzepidemie zuzuschreiben sein, welche vielleicht schon einen großen Teil der Spannerraupen im Jahre 1867 getötet hat, als Ursache der auffallend späten Verpuppung im Januar zu betrachten ist und erwiesenermaßen einen sehr großen Teil der Puppen tötete." Nach Steiner stellten auch bei der letzten mecklenburgischen Spannerkalamität (1927—1930) „Mykosen und Bakteriosen" die Hauptursache des Zusammenbruchs dar. Dieselben äußerten sich „einerseits in einem frühzeitigen Verfärben und Vertrocknen der Puppen, aus denen nachher der Pilzkörper hervorbricht, und andererseits in einem Weichwerden und darauffolgendem Verjauchen der Puppen" (s. auch unten S. 555). Mit den Angaben von Lebert, Hartig und Steiner erschöpfen sich unsere Kenntnisse über die Mykosen und Bakteriosen des Spanners, denen man in Zukunft doch etwas mehr Beachtung schenken sollte.

Geschichte der Spannergradationen.

(Siehe die beiden Karten S. 498 und 499.)

Eine große Reihe von Spannergradationen sind in den letzten 150 Jahren über die deutschen Kiefernwälder dahingegangen, wie aus der folgenden, mit dem Jahre 1780 beginnenden historischen Übersicht zu ersehen ist. Bald im Norden, bald im Süden trat der Spanner periodenweise in eine Übervermehrung ein, zuweilen Kalamitäten von großem Umfang erzeugend. Oft sind es die gleichen Gebiete, die wiederholt befallen werden, wie z. B. in Bayern die mittelfränkischen und oberpfälzischen Kieferngebiete und in Mitteldeutschland die Gegend zwischen Elbe und Spree.

Die folgende Übersicht, die zum Teil auf Wolffs und Becks Angaben und zum Teil auf einem eingehenden Studium der bayerischen Akten

(durch Dr. Berwig) beruht, dürfte ein ziemlich vollkommenes Bild der Spannerkalamitäten, wenigstens soweit sie sich auf Deutschland beziehen, geben.

Übersicht über die Spannergradationen seit 1780.

1780	Kursachsen (Werda) und Pommern (s. Krebel, 1802).
1783/84	Oberpfalz.
1787/88	Oberpfalz.
1796/97	Oberpfalz. 100000 fm junges und älteres Stangenholz starben ab.
1797	Weimar (Rev. Tannroda), wahrscheinlich auch noch Herrschaft Blankenhain.
1799	Bamberg.
1813/15	F. Saalfeldsche Heideforste, zwischen Saalfeld und Pößneck (s. Anonymus, 1821).
1815/16	Oberlausitz und Schlesien (Klitschdorf, Muskau, Bunzlau, Görlitz) ca. 400 Magdeburgische Morgen (s. v. Spangenberg, 1818).
1822/23	Oberpfalz (Pyrbaum).
1831/32	Lieper Reviere.
1832/35	Oberfranken (Pegnitz).
1832/33	Böhmen (Eger) (s. Mühlwenzel, 1833); Bayern (Obermainkreis) (s. Anonymus, 1839); F. Hohenlohesche Forste der Herrschaft Oppurg. Mittelfranken (Nürnberg-O., Altdorf, Feucht, Nürnberg-S., Fischbach), Oberpfalz (Etzenricht, Pressath, Weiden).
1838/39	Mittelfranken (Allersberg).
1840/42	Oberbayern (Geisenfeld Kahlfraß 60 ha).
1850	Niederösterreich (Theimwald: F. Liechtensteinsche Forste (s. Baumer, 1850, und Krätzl, 1880).
1852/53	Oberpfalz (Etzenricht 25 ha Kahlfraß auf 550 ha Fraßgebiet), Mittelfranken (Laufamholz), Oberfranken (Pegnitz).
1862/64	Sachsen-Gotha (Wölfiser Forst), Mittelfranken (Dinkelsbühl, Petersgmünd), Regierungsbezirk Köslin (Kreis Bütow, Stolp, Rummelsburg), Mecklenburg, Mark (Schwerin, Strelitz, Uckermünde, Anklam, Wolgast, Boitzenburg). Ausdehnung 100 Quadratmeilen (s. Ratzeburg, W.).
1860/70	Mecklenburg.
1870/71	F. Hohenlohesche Waldungen der Herrschaft Oppurg, Pößneck, 600 bis 700 ha 25—60jährige Kiefern befallen; kein Kahlschlag erforderlich (s. Roethel, 1875).
1872	Oberbayern (Geisenfeld, Schrobenhausen), Oberfranken (Bamberg-O.).
1874/75	Borntuchener Revier, Kreis Bütow, Stolp, Rummelsburg.
1877/78	Rheinpfalz (Albersweiler).
1878	F. Isenburgsche Waldungen. Bei Offenbach a. M., kein Kahlfraß.
1878/79	Mittelfranken (Triesdorf, Erlangen, Nürnberg-O., Laufamholz, Fischbach, Lengenfeld), Oberfranken (Pegnitz) (s. Osterhold, 1881).
1881/84	Forstinspektion Stettin-Torgelow (15000 ha: Falkenwalde, Ziegenort, Torgelow, Rothemühl, Jädkemühl) (s. Altum, 1885, und Wagner, 1884).
1881/84	Mecklenburg.
1887	Böhmen (Herrschaft Waldsteinruh). Von 402 ha wurden 95 total kahl, 106 ha stark und 201 merklich licht gefressen.
1889	Reg.-Bez. Potsdam (Potsdam, Lehnin), Reg.-Bez. Magdeburg (Planken), Reg.-Bez. Frankfurt a. d. Oder (Müllrose); der Spinnerfraß wurde durch das Auftreten des Spanners erheblich verstärkt.

1892/94 Forstbezirk Dresden (Dresden 900 ha), Moritzburg (Kreyern, Moritzburg 230 ha, Grimma 1200 ha).
1892/95 (Mannheim, Schwetzingen 1050 ha), hessische Rheinebene.
1892/96 Mittelfranken (Nürnberger Reichswald: Altdorf, Behringersdorf, Engelthal, Erlangen, Feucht, Fischbach, Heroldsberg, Herrenhütte, Laufamholz, Nürnberg-Ost und -Süd, Heideck, Allersberg, Triesdorf, Petersgmünd, Cadolsburg, Gunzenhausen, Heilsbronn, Schwabach); Oberpfalz (Amberg, Bodenwöhr, Burglengenfeld, Ensdorf, Etzenricht, Freudenberg, Grafenwöhr, Hannesreuth, Kirchenthumbach, Neuhaus a. P., Neumarkt, Nittenau, Pressath, Pyrbaum, Roding, Teublitz, Vilseck, Weiden, Wernberg); Oberfranken (Kosbach, Forchheim, Pegnitz, Bamberg-O). (Siehe Nitsche, 1896, Leythäuser, 1897, u. and.)
1895/96 Unterfranken (Erlenbach, Hain, Heigenbrücken, Rothenbuch, Schillkrippen); Mittelfranken (Ansbach, Feuchtwangen, Ipsheim, Kinding, Kipfenberg, Lellenfeld, Dombühl, Neustadt a. A., Schernfeld), in Mittelfranken nur Naschfraß. — Insgesamt waren 1892—96 40 000 ha bayrischer Staatswald und 10 000 ha Gemeinde- und Privatwald stark befallen. Die beiden Waldgärtner spielten nachher eine große Rolle. 1 800 000 fm Anfall.
1900 Bez. Danzig (Kielau, Neustadt, Gohra, Darslub); Bez. Marienwerder, Bromberg, Breslau (Schöneiche), Brandenburg (Woltersdorf, Zinna, Kunersdorf, Lehnin, Dippmannsdorf), Magdeburg (Kolbitz, Letzlinger Heide, Weiße Warthe), Merseburg (Rosenfeld, Liebenwerda, Annaburg, Tornau, Hohenbucko, Elsterwerda, Falkenberg, Doberschütz, Rotehaus, Sitzenroda, Tiergarten, Zöckeritz).
1902—05 Bez. Danzig (Rulau), Frankfurt a. d. Oder (Landsberg, Lübben, Küstrin, Hochzeit, Marienwalde, Hammerheide, Lubiathfließ, Kunersdorf, Dippmannsdorf, Lehnin, Altplacht, Neuthymen, Regenthin), Bez. Stralsund (in vielen Revieren vereinzelt), Bromberg, Liegnitz, Magdeburg (Lödderitz, Bergstall, Magdeburgerforth, Schweinitz), Merseburg (Tornau).
1903 Gumbinnen (Kullik), Potsdam (Neuendorf).
1905 Stettin (Balster), Stralsund (Schuenhagen), Oppeln (Proskau).
1907/10 Tucheler Heide (Königsbruch, Rehberg, Taubenfließ, Junkerhof, Charlottental, Osche). 1908 war das Hauptfraßjahr: der Spanner vermehrte sich auch in Lindenbusch, Schüttenwald, Hagen, Warlubien. 1909 wurde der Spannerfraßschaden nicht so groß wie man befürchtet hatte. 1910 war kein nennenswerter Fraß mehr, 1911 und 1912 keine Spur mehr zu finden.
1908 Kurland (Turkum).
1912 Schweden.
1911/14 Oberbayern (Münchsmünster, Geisenfeld), Oberpfalz.
1913 Böhmen (zusammen mit der Eule).
1914 Holland (Rhenen), Hessen-Nassau (Saalmünster).
1916/18 Schweden (Thuna und Sorby).
1915/17 Galizien (Sau-Weichsel-Winkel, und zwar in den Bezirkshauptmannschaften Tarnobrzeg, Nisko, Kolbscowa), an manchen Orten, „die sonst nach menschlichem Ermessen zu erhalten gewesen wären, zusammen mit der Buschhornblattwespe".
1917/18 Polen (Sandomiercz), Brandenburg.
1924/26 Oberpfalz (Ensdorf, Amberg, Freudenberg [200 und mehr Puppen pro Quadratmeter im Herbst 1925], Roding, Teublitz, Weiden, Vielseck, [100—200 Puppen pro Quadratmeter], Bodenwöhr, Neuhaus, Kirchenthumbach); Oberfranken (Schnabelwaid, Glashütten, Waidach,

Mönchsröden; Oberbayern (Geisenfeld); Pfalz (Kandel-Süd, 50 bis 100 Puppen pro Quadratmeter, Erlenbrunn).
1926/28 Unterfranken (Klingenberg).

Forstliche Bedeutung.

Der stärkste bisher bekannt gewordene Fraß (wenigstens bezüglich des effektiven Schadens) hat in den Jahren 1892—96 in Bayern geherrscht, wo hauptsächlich in Mittelfranken und der Oberpfalz insgesamt ca. 40000 ha Wald befallen wurden und als Folge davon 1800000 fm Holz zum Einschlag gebracht werden mußten. Wenn auch bei den anderen in der Übersicht aufgezählten Gradationen die Schäden meist wesentlich geringer waren und trotz großer Ausdehnung des Befalls oft nur ein verhältnismäßig geringer Einschlag notwendig wurde, so müssen wir den Spanner doch zu den schlimmsten forstlichen Großschädlingen zählen, der als Kiefernfeind in bezug auf Gefährlichkeit der Eule ungefähr gleichkommt.

Ratzeburg (W., S. 165) sagt denn auch über die forstliche Bedeutung des Spanners: „Wenn er auch in Schädlichkeit dem Spinner und der Eule in Kiefern nachsteht, so kostet er doch immer noch viel Holz: teils stirbt dies wirklich nach dem Fraß oder es wird durch den nachfolgenden Käfer getötet und muß geschlagen werden, teils, und noch viel öfter besteht der Schaden darin, daß man ohne Not haut." Nach Nitsche ist der Spannerfraß deshalb besonders verhängnisvoll, weil vor allem auch jüngeres und minderwertiges Holz zum Einschlag gebracht wird. Ebenso betont Beck (1909), daß der Spanner „zum Waldfeind allerersten Ranges zu werden vermag, um so mehr, als er vielfach jugendliche Bestände der Axt zuführt, deren Einschlag selbst im Zeitalter großen Grubenholzbedarfes noch empfindliche Verluste zur Folge hat".

Prognose quoad vitam des Waldes.

Als günstiges Moment gegenüber der Eule ist beim Spannerfraß zu werten, daß er so spät im Jahr stattfindet und daher „die Knospen Zeit zu ihrer Entwicklung" haben, so daß im folgenden Jahr die Wiederbegrünung durch normale Triebentwicklung stattfinden kann. Ein einmaliger Kahlfraß bedeutet nur selten eine dauernde Schädigung oder gar Tod der befallenen Bestände. Die Kiefer übersteht einen solchen gewöhnlich ohne sonderliche äußere Folgen, und es muß daher beim Spannerfraß mehr wie bei jedem anderen vor übereiltem Abtrieb gewarnt werden[1]).

Anders bei wiederholtem Kahlfraß: Die Zweifräßigkeit

[1]) Bei dem Zusammentreffen besonders ungünstiger Witterungsverhältnisse kann allerdings auch ein einmaliger Kahlfraß recht verhängnisvoll werden. So ist im Nürnberger Reichswald nach Hartig (1895) von 11000 ha im Jahre 1894 kahlgefressenen Beständen der weitaus größte Teil „wider alles Erwarten", d. h. trotzdem nur 270 ha schon einmal entnadelt worden waren, zugrunde gegangen, weil der naßkalte Sommer 1894 die Entwicklung der Kiefer in abnormer Weise zurückhielt, so daß „insbesondere die Gewebe der Safthaut nicht zum Zustande der vollen Winterruhe" kamen, nicht voll ausgereift waren. Außerdem trat die Entnadelung auf etwa 8000 ha ungewöhnlich früh ein und war hier schon Ende September beendet. „Endlich war der folgende Winter ungewöhnlich hart und lange dauernd. Die Kälte sank nach Hartig auf -30^0 C. So sind dann die entnadelten Kiefern einfach erfroren." „Wäre der Winter ein milder gewesen, so würden sich die meisten Bäume wieder begrünt und erholt haben."

bedeutet eine wesentliche Verschlechterung der Prognose für die Zukunft des Waldes; jedoch darf man auch dann nicht ohne weiteres alles verloren geben.

Ratzeburg (W. 177) faßt die für die Prognose wichtigen Symptome folgendermaßen zusammen: „Im Äußeren: Die günstigsten Anzeichen sind vollständiges Wiederergrünen im Nachfraßjahre, selbst wenn dies nicht zur rechten Zeit eintritt. Nach der Rinde usw., die dann gewiß in Ordnung ist, braucht man unter so günstigen Umständen gar nicht zu sehen. Im Fraßjahre müssen, wenn auch alte Nadeln ganz fehlen, die Knospen gesund und wenigstens so stark sein wie Knospen an nicht befressenen Bäumen, und es müssen sich hier und da auch Nebenknospen zeigen. Je mehr alte Nadeln noch grünend übrig geblieben sind, desto besser die Vorhersage. Werden im Verlaufe des Nachfraßjahres oder im nächsten die Triebe, namentlich des Nächstnachjahres, kürzer anstatt länger, sind Bürstennadeln an denselben, oder tritt an unterdrückten oder fast kränklichen Stämmen unerwartet Trocknen oder Verkümmerung von Zweigen, schon von weitem durch Schwinden des Grünen bemerkbar, ein — was auch durch Zweigbohren des *Hylesinus* verursacht sein kann —, so ist die Prognose schlechter; wenn sich aber das Trocknen bloß auf einige Quirle des Wipfels beschränkt, also Spieße entstehen, so kann sich der Baum dennoch erholen. Es ist dann besser, wenn der Spieß schon im zweiten Jahre ganz trocken wird, als wenn er sich länger mit zerstreuten Nadelbüscheln quält, die den unteren grünenden Quirlzweigen die so notwendige Nahrung entziehen."

„Innere bedenkliche Symptome äußern sich am augenfälligsten durch Erkranken der ganzen Rinde. Wenn Holzsammler im Walde, die ein feines Auge haben, hier an der Rinde probieren, oder gar der Specht schon hackt, so sind das schlechte Zeichen, auch wenn die Knospen noch grün sind. Auch kann man in den Orten, deren Gesundheitszustand am bedenklichsten ist, mit dem „Fenstern" hier und da an einzelnen Stämmen den Versuch machen. Treten auf der nackten Splintfläche die kleinen Tröpfchen langsam hervor, sind sie nur sandkorngroß und nicht mehr als 20—30 pro Quadratzoll, so ist das auch ein schlechtes Zeugnis für den Zustand des Holzes. In dem Falle wird man selbst im Winter des Fraßjahres, viel mehr aber noch im Nachfraßjahre ein Zurückbleiben, halbes oder gänzliches Fehlen des Zuwachses und mehrere Jahre Zapfenmangel bemerken. Dicht gedrängte Harzkanäle, noch dazu in schmalen Ringen, ist ein schlechtes Zeichen, auch zu schwammige Rinde mit zu großen Harzbehältern erschwert die Reproduktion. Die junge Rinde muß, wenn man mit dem Nagel von außen daran kratzt, mäßig viel Harz geben und angenehm riechen."

Die Angaben Ratzeburgs finden eine wertvolle Ergänzung in den Untersuchungen, die Hartig (1895) gelegentlich des großen Nürnberger Fraßes über die Prognose zweifräßiger Wälder angestellt hat. Ich lasse hier seine Ausführungen, die für die Praxis von großer Bedeutung sind, wörtlich folgen: „Im Gegensatz zum Nonnenfraß," schreibt Hartig, „tritt bei dem Kiefernspanner die völlige Entnadelung in der Regel erst im Herbste ein." „War ein Bestand bisher noch unbeschädigt, so dürfte wohl nur selten die völlige Entnadelung vor Anfang Oktober eintreten. Dann aber kann mit Gewißheit darauf gerechnet werden, daß der Bestand im nächsten Jahre sich in befriedigender Weise wieder begrünt und auch wieder bald erholt, falls er nicht nochmals entnadelt wird."

„Die jungen Triebe mit ihren Knospen sind ja völlig entwickelt und enthalten eine genügende Menge von Reservestoffen, um letztere bis zu einem gewissen Grade zur Triebbildung zu befähigen. Allerdings erreichen die neuen Triebe, da ihnen aus den älteren Nadeln keine Nahrung zugeführt wird, keine große Länge und auch die Nadeln bleiben kurz, doch wird schon im zweiten Jahre wieder eine nahezu normale Triebbildung eintreten."

„Die Erfahrung lehrt deshalb auch, daß in der Regel nach einem (einmaligen) Spannerfraße nur die schwächeren Bäume zugrunde gehen, und zwar mehr noch infolge des nachträglichen Auftretens von *Hylesinus* usw., als infolge ausbleibender Wiederbegrünung."

„Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn ein Bestand zwei Jahre hintereinander kahlgefressen wurde oder wenn einem Lichtfraße ein Kahlfraß folgt. In diesen Fällen werden die jungen Triebe schon so frühzeitig an den neuen Nadeln und an der Oberfläche der Triebachsen benagt, daß eine allgemeine Bräunung der stehengebliebenen Nadelreste oft schon Ende Juli oder Anfang August hervortritt. Die neuen, noch zarten Triebe welken und vertrocknen und besitzen nicht einmal mehr die Kraft, durch Korkbildung die abgestorbenen Nadelbüschel abzustoßen. Letztere bleiben bis zum nächsten Frühjahre an den toten Trieben sitzen, und als ich Anfang April in Begleitung des Herrn Forstrat Braza die Kahlfraßbestände des Reichswaldes durchging, da konnte man mit Sicherheit erkennen, daß die mit abgestorbenen Nadeln besetzten Bäume nur tote Endtriebe besaßen."

„Wenn aber die letzten Triebe mit ihren End- und Quirlknospen tot sind, so ist ja die entnadelte Kiefer dem sicheren Untergange geweiht, weil ihr keine entwicklungsfähigen schlafenden Knospen zur Verfügung stehen. Zwar befinden sich in jedem Quirl ein oder wenige kaum sichtbare schlafende Augen, die bei einem Frühfraße, z. B. durch Kiefernspinner, zur Entwicklung von „Rosettentrieben" gelangen, doch ist es bekannt, daß diese embryonalen Knospen nicht so entwicklungsfähig sind, um eine Neubenadelung der Bäume zu bewirken."

„Beim Spannerfraße scheinen sich die schlafenden Augen überhaupt nicht zu entwickeln, da die Entnadelung erst zu einer Jahreszeit eintritt, in welcher die Knospen nicht mehr austreiben können."

„Ich glaube," resumiert Hartig, „daß man mit einiger Sicherheit die Behauptung aufstellen kann, daß ein doppelter Kahlfraß den Tod des Kiefernbestandes zur Folge hat, wenn die zweite Entnadelung schon im August vollzogen ist. Wäre der Besatz mit Raupen im zweiten Jahre dagegen ein so geringer, daß erst im Oktober wieder volle Entnadelung eintritt, so wäre die Erhaltung eines Bestandes dann zu erwarten, wenn ein sehr milder Winter folgt. Es wird deshalb beim Eintritt eines zweiten Kahlfraßes darauf zu achten sein, in welchem Monate die Entnadelung im wesentlichen vollendet ist. Probefällungen geben darüber leicht Aufschluß [1])."

---

[1]) Über das frühe Rotwerden beim zweiten Fraß berichtet Nitsche (1896): „Es wurden an verschiedensten Stellen im Jahre 1893 kahlgefressene Bestände, wie ich schon erwähnt, doch massenhaft mit Eiern belegt. Der Fraß der jungen Raupen betraf hier notgedrungen die neuen frischen Nadeln, die von unzähligen kleinen Bissen an der Fläche und an den Rändern getroffen, schon Ende Juli und Anfang August bis Mitte September hin vertrockneten, so daß die noch benadelten Bestände schon damals völlig gerötet dastanden."

Wie die Frage, ob ein wiederholter Fraß zu erwarten ist, beantwortet werden kann, darüber ist unten (Feststellung des Befalls) Näheres angegeben.

Von wesentlicher Bedeutung für das Schicksal der spannerfräßigen Wälder sind (natürlich neben den Witterungsverhältnissen, der Bodengüte usw.) auch die Nachkrankheiten, d. h. die Stärke des Auftretens von sekundären Schädlingen. Als solche kommen in erster Linie die beiden Waldgärtner (*M. piniperda* L. und *minor* Htg.) und der Stangenrüßler, *Pissodes piniphilus* Hbst., in Betracht.

Daneben werden natürlich noch eine Reihe anderer Borken-, Rüssel- und Bockkäfer in Erscheinung treten. Doch ist in den meisten Berichten hauptsächlich von den obigen drei Arten die Rede, und wir haben in ihnen zweifellos die am regelmäßigsten sich einstellenden und gefährlichsten Nachkrankheiten zu erblicken. Nachdem der große Fraß im Nürnberger Reichswald beendet war, stellte sich (1896) in den Befallsflächen der große Waldgärtner in ungeheuren Mengen ein, so daß „nicht nur die zahlreich geworfenen Fangbäume, sondern auch eine ungeheure Anzahl des schwach begrünten Materials in den Beständen befallen wurde" (Leythäuser, 1895, S. 466). Ebenso fielen nach dem Dresdener Fraß (1894) und dem Fraß in der Colbitz-Letzlinger Heide noch eine große Zahl Stämme, die sich sonst wohl wieder erholt hätten, den Bastkäfern und *Pissodes* zum Opfer. „Die gewaltigen Holzmassen der Colbitz-Letzlinger Heide, die dem Spanner zum Opfer gefallen waren, wurden durch den Fraß von *Hylesinus piniperda* L. in erschreckender Weise vermehrt, da es nicht möglich war, alle befallenen Stämme zu schälen" (Badermann, 1908).

Bekämpfung.

Feststellung der Befallsstärke (Gradationsvirulenz).

Da Spannergradationen oft nach besonders niederschlagsarmen Jahren eintreten, so ist in solchen Zeiten erhöhte Aufmerksamkeit notwendig, besonders in spannerdisponierten Gebieten.

Stärke des Falterfluges.

Die Untersuchung hat sich zunächst auf die Stärke des Falterfluges zu richten. „Nicht oft genug kann den Beamten eingeschärft werden, während der gewöhnlichen Flugzeit, und dann wieder vor allem an sonnigen Tagen in den frühen Vormittagsstunden die Stangenholzdichtungen zu durchgehen und dort nach etwa fliegenden Faltern, die besonders um die Wipfel dominierender Stämme sich tummeln und hier am leichtesten zur Beobachtung gelangen, Ausschau zu halten" (Wolff, S. 195). „Selbst einzelne Exemplare können einem wachsamen Beobachter nicht entgehen. Sucht man deshalb während der Flugzeit nach dem Spanner, so wird man ihn, wenn er überhaupt da ist, auch finden. Es ist dabei zu beachten, daß er aufgescheucht nach einer der nahestehenden Kiefern hinfliegt, einen Zweig kurze Zeit umflattert und plötzlich verschwunden ist: er hat sich mit aufwärts zusammengeschlagenen Flügeln an einer Nadel niedergelassen, eine Erschütterung des Zweiges scheucht ihn wieder auf. In Stangenorten empfiehlt es sich, schwächere, in der Krone etwas freistehende Stämme durch

einen Schlag, Fußtritt oder Stoß zu erschüttern, wodurch die im Wipfel sitzenden Spanner aufgescheucht werden" (Eckstein, Forstschutz, S. 201).

Auf das beim Falterbeobachten etwa geschätzte Zahlenverhältnis zwischen Männchen und Weibchen größeren prognostischen Wert zu legen, wie es zuweilen, besonders in vorgeschrittenen Stadien der Gradation, versucht wird, würde zu Irrtümern führen, da ja die ♀♀ sich nur in geringem Maße an dem Tagesflug beteiligen. Es wäre z. B. nichts verkehrter, als auf ein bei dieser Gelegenheit festgestelltes starkes Überwiegen der ♂♂ auf eine Degeneration schließen zu wollen.

Eizahl.

Ist der Flug vorüber, so können Untersuchungen über die Stärke der Eiablage durch Probefällungen vorgenommen werden. Solche sind vor allem während des späteren Verlaufes der Gradation (Eruption) zu empfehlen. Aus der Zahl der Eier und auch aus der Form der Eigelege kann man zuweilen einige Anhaltspunkte für den Weiterverlauf einer Gradation erhalten. Es deutet, worauf schon Ratzeburg hingewiesen hat, entschieden auf eine Abnahme der Gradationsvirulenz hin, wenn die Eier nicht mehr in langen Reihen, sondern mehr vereinzelt (etwa nur 2—3 zusammen) abgelegt werden (s. auch Wolff, S. 199). Dabei ist allerdings daran zu denken, daß beim Fällen der Bäume zahlreiche Eier aus den Reihen abspringen können (s. oben S. 476). Bei den Eiuntersuchungen ist auch auf den Gesundheitszustand der Eier zu achten, ob sie unbefruchtet (s. oben S. 477) oder von Parasiten besetzt sind.

Zahl und Gesundheitszustand der Raupen, Fraßbild.

Es folgt die Beobachtung der Raupen und des sich allmählich entwickelnden Fraßbildes. Mit einem einigermaßen guten Glas lassen sich die Fraßbeschädigungen auch im Anfangsstadium selbst „an 60—70 jährigen Kiefern sehr gut erkennen". „Die meisten Beamten waren erstaunt," schreibt Wolff (S. 198), „wieviel sich über die Vorgänge in der Krone, speziell über den Charakter der Beschädigung, von unten her bei genauer Durchmusterung aussagen läßt." „Gerade das für den Spannerfraß charakteristische grob Borsten- oder Bürstenförmige ist von unten her, selbst wenn erst einzelne Zweige befressen sind, sehr gut mit dem Glas zu erkennen." Die Untersuchung mit bewaffnetem Auge kann durch einige Probefällungen unterstützt werden.

Da die Krone noch bis zum Spätherbst unberührt und nicht gelichtet erscheint, so wird der erste Fraß von Beamten, die nicht auf die Spannergradation eingestellt sind, meist übersehen, was als ein nicht wieder gutzumachendes Versäumnis zu werten ist. Ihm folgt dann meist die Unterlassung der Puppensuche im Winter und die große Überraschung eines „plötzlichen Kahlfraßes" im nächsten Jahr.

Mit der Untersuchung des Fraßbildes kann zugleich die Feststellung der Raupenzahl erfolgen. Diese kann an auf Tücher gefällten Bäumen vorgenommen werden. Es ist auf diese Weise nicht schwer, sich wenigstens ein ungefähres Bild von der Raupenmenge zu verschaffen. Wie die so gewonnenen Zahlen prognostisch zu werten sind, ist nicht generell zu entscheiden. Bei dem großen Nürnberger Fraß ist man auf Grund zahlreicher Zählungen zu der Annahme gelangt, daß „in noch gut benadelten Kiefern-

beständen mittleren Alters bis zu 1000 Raupen pro Krone Naschfraß, bis zu 2000 Halb-, bis zu 3000 Licht- und mehr als 3000 Kahlfraß bewirken". Doch sind das nur sehr relative Zahlen.

Wiederholte Feststellungen der Raupenzahlen in den folgenden Jahren können über den Verlauf der Gradation (Zu- und Abnahme der Virulenz) wertvolle Anhaltspunkte geben, vor allem, wenn damit auch Untersuchungen über das Wachstum und über den Gesundheitszustand der Raupen verbunden werden. Massenweises Abwandern der Raupen in nicht erwachsenem Zustand in kahlgefressenen Beständen deuten auf Hungerzustand, Verjauchung und Verfärbung der Raupen auf den Ausbruch von Krankheiten hin und geben Berechtigung zu einer guten Prognose bezüglich des Endes der Gradation. Das gleiche gilt natürlich, wenn ein starkes Parasitenvorkommen in den Raupen festgestellt werden konnte.

Neben der direkten Beobachtung und Zählung der Raupen ist ausgiebigst Gebrauch von Kotfängen zu machen. Die Kotmengen geben ein treues Bild von der Fraßtätigkeit der Raupen, außerdem kann man an Hand der oben (S. 487) gegebenen Kotkurven die Raupenzahl, die in einem Bestand vorhanden ist, ermitteln. „Kennt man die in einem Bestand fallende Kotmenge je Quadratmeter und die durchschnittliche Größe, die man ja durch Messen von 30—40 Raupen erhalten kann, so braucht man nur auf der Kurve die tägliche Kotmenge einer Raupe von dieser Größe abzulesen, um durch Division der im Bestand gefundenen Kotmenge durch die tägliche Kotmenge einer Raupe die Anzahl der fressenden Raupen je Quadratmeter, Ar, Hektar usw. zu erhalten. „Wünscht man nun noch den durchschnittlichen Belag einer Krone zu erfahren, so dividiert man die je Hektar gefundene Raupenzahl durch die Anzahl der Stämme, die man entweder durch Abzählen auf Probeflächen oder an Hand von Ertragstafeln ermitteln kann. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die aus der Kotmenge gefundene Raupenzahl für den geschlossenen Bestand gilt (da der Kot nur unter 1,0 geschlossenem Kronendach gesammelt wurde); die in der Ertragstafel angegebene Anzahl der Stämme kann also ohne weiteres genommen werden, dagegen muß die auf Probeflächen gefundene Stammzahl auf den Schluß 1,0 zurückgeführt werden" (Schwerdtfeger).

Schon seit langem hat man sich der Kotfänge zur Feststellung des Raupenfraßes bedient. Schon in der alten Auflage von Heß-Beck, Forstschutz, werden sie als zuverlässigstes Kontrollmittel (bei der Nonne) empfohlen. Früher begnügte man sich aber meist einfach damit, daß man die Streu auf mehreren Quadratmetern entfernte und den mineralischen Boden freilegte. Neuerdings, vor allem veranlaßt durch die Arsenbekämpfung, hat man die Methode verbessert durch Auslegen von Ceresinpapier. Es wird zunächst der Boden auf einer der Größe des Papiers entsprechenden Fläche von Streu und Unebenheiten befreit. Man kann dann das Papier direkt darauf legen und mit Steinen beschweren, oder aber, was Schwerdtfeger empfiehlt, an Stangen, die um die Fläche gelegt sind, mit Reißnägeln festheften. Im letzteren Fall bildet die Papierfläche eine leichte Mulde.

Der Kot wird in 24stündigem Abstand gesammelt, am besten mit einer Gänsefeder, mit der er auf ein kleineres Papier gefegt und von hier aus in ein Reagenzglas geschüttet wird. Nunmehr muß der Kot von Unreinigkeiten gesäubert und getrocknet werden. Letzteres kann entweder über einer Flamme geschehen, oder einfach durch Austrocknen an der Luft, oder im

Trockenschrank, oder aber am zuverlässigsten chemisch durch konzentrierte Schwefelsäure oder Phosphorpentoxyd. Der so getrocknete Kot ist dann zu wiegen und die auf diese Weise gewonnenen Zahlen können zu Vergleichen benutzt werden.

Friederichs und Steiner benützen als Kotauffangvorrichtung nicht Ceresinpapier („da darauf zuviel Fremdkörper festkleben"), sondern feine Gaze, die den Regen nicht durchläßt. Die Gazestreifen sind mit Ringen versehen, durch die das zum Spannen dienende Band läuft. Auch an den Flächen befinden sich unten 2 Ringe, durch die ein Band geht. Durch Straffziehen desselben entsteht eine Mulde in der Mitte, in der sich aller Kot ansammelt und nicht verweht wird (Abb. 445).

Um die störende Wirkung des Windes auszuschalten, konstruierte Rhumbler einen besonderen Kotsammler (Abb. 446). Derselbe „besteht aus einem niedrigen, topfartigen Blechgefäß mit ganz leicht nach dem Boden niedergewölbten Boden, in dessen Zentrum eine durch einen Korkpfropfen verschließbare Ausflußtülle angebracht ist. Auf diesem Boden wird der, entsprechend dem Bodenumfang (aber etwas größer), kreisförmig zugeschnittene Ceresinbogen mit einem aufgelegten Ringreifen (von ungefährem, aber etwas kleinerem Umfang des Bodens) festgeklemmt. Der aus- und einschiebbare Ringreifen ist aus einem horizontalen Blechring von 3 cm Breite und einem senkrecht nach unten abfallenden blechernen Randreifen von 3 cm Höhe fest zusammengefügt. In das Gefäß wird nun außer dem Ringreifen noch ein frei beweglicher, als oberer Abschluß in der Abb. 446 sichtbarer Einsatz von oben eingesetzt, der aus schachbrettartig zusammengruppierten quadratischen Schächten von je 5 cm Seitenlänge und 10 cm Tiefe (unter mehreren Varianten ausgeprobte Maße!) besteht, durch die der Kot hindurchfällt, um alsdann durch die Wände der Schächte vor nachträglichen Windverwehungen



Abb. 445. Kotfang nach Friederichs und Steiner.

geschützt zu sein.“ Wegen seiner hohen Herstellungskosten (65 RM.) kann dieser Apparat jedoch nur als Kontrollapparat zu Stichprobenfängen zu möglichst zahlreichen anderen Ceresinbogensammlungen bei wissenschaftlichen

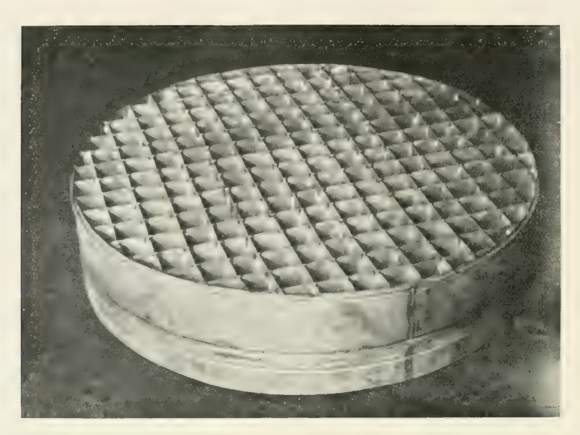


Abb. 446. Der Mündener Kotsammelapparat. Nach Rhumbler.

Untersuchungen in Frage kommen. Im übrigen empfiehlt Rhumbler, die ausgelegten Ceresinbogen durch billige Windschirme (wie Latten, dichtes Reisig usw.) zu schützen. Übrigens ist nach Schwerdtfeger (1930a) die Windwirkung gar nicht so störend, als man im allgemeinen annimmt. Aus seinen in dieser Richtung gemachten Versuchen geht jedenfalls hervor, daß „die Tendenz der Kotkurve durch den Wind nicht, die Höhe der Kurve nur unwesentlich beeinflußt wird.“

Zahl und Gesundheitszustand der Puppen.

Weitaus am wichtigsten für die Diagnose und Prognose ist die Untersuchung der Puppen im Winterlager. Sie hat gleich nach den ersten Anzeichen einer beginnenden Spannergradation einzusetzen und ist bis zum Ende der Gradation fortzuführen, und zwar mit dem größten Ernst und der größten Genauigkeit.

Zunächst ist die jeweilige Zahl festzustellen. Von wesentlicher Bedeutung für ein möglichst fehlerfreies Arbeiten ist hierbei der Zeitpunkt. Wir haben oben gehört, daß gerade in bezug auf den Zeitpunkt der Verpuppung beim Spanner starke Schwankungen vorkommen können. Die ersten Verpuppungen erfolgen unter Umständen schon im Oktober, während andererseits noch im Dezember, ja noch viel später unverpuppte Raupen sich finden können. Zu früh vorgenommene Untersuchungen können daher eventuell ein ganz falsches Bild ergeben. Wolff schlägt deshalb vor, besonders wenn Beobachtungen über die Zeit des Falterfluges usw. fehlen und man über den Ablauf der Raupenentwicklung keine genaueren Anhaltspunkte hat, das Puppensuchen zweimal vorzunehmen: das erstemal nach Eintritt

der ersten stärkeren Fröste, das zweitemal gegen Winterende, wenn die Schneeverhältnisse es irgend gestatten.

Die Technik des Puppensuchens ist die gleiche wie bei der Eule (s. unten): „Abzählen der auf abgesteckten größeren Streifen[1]) gefundenen Puppen und nachherige Berechnung pro Stamm. Natürlich sind die Streifen (1×5 m) über den ganzen Bestand zu verteilen, wobei aber solchen Stellen, die infolge ihrer Lage, Bodenbeschaffenheit usw. besonders disponiert erscheinen, erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken ist."

Jucht ließ die Bestände mit einem gleichmäßigen Netz von Probeflächen überziehen, so daß auf je $^1/_4$ ha eine Probefläche von 1 qm traf. „Die Arbeiter hatten quadratmetergroße Lattenvierecke, die, auf den Boden gelegt, die Probeflächen umgrenzten. Die Belagziffern wurden in Handrisse eingetragen, die durch die Ergebnisse der verschiedenartigen anderen Untersuchungen während der ganzen Zeit des Spannerauftretens fortlaufend ergänzt wurden und so stets wertvolle Aufschlüsse über den Verlauf des Auftretens und die Wirkung der Maßnahmen geben konnten." Oberförster Teichmann ließ die Jagen kreuzweise in den Diagonalen nach Puppen durchsuchen, und Forstmeister Ehlert rät, 3—4 m lange und 8—10 m breite Streifen abzusuchen (Wolff).

Was nun die Auswertung der Puppenzahl für die Feststellung der Virulenz der Gradation bzw. Gefahr für den Wald betrifft, so hat man früher die gefahrdrohende Zahl meist viel zu hoch angenommen. So meint Jucht, daß „schon bei 20—30 Puppen je Quadratmeter unter Umständen sehr erheblicher Fraßschaden und starke Spannerzunahme drohen kann".

Demgegenüber stellt Schwerdtfeger (1930a) durch umfangreiche Zählungen fest, daß **bereits die Zahl 6 je Quadratmeter als die kritische Puppenmenge für sämtliche Altersklassen anzusehen ist.**

„Selbstverständlich ist zu beachten, daß die einen Bestand gefährdende Puppenzahl sehr variabel ist: 1928 wurden Bestände sehr stark befressen, in denen 2 Puppen gefunden worden waren, andere mit 20 Puppen blieben grün. Die Gründe für diese Erscheinung können mannigfaltiger Art sein: fehlerhaftes Puppensuchen, Verwehen der Falter während der Flugzeit, geringe Eiablage, besondere Bestandsbeschaffenheit u. a. Trotzdem ist die kritische Zahl 6 als Warnungssignal für den Wirtschafter wertvoll: sie kündet einen wahrscheinlichen Nadelverlust von mehr als 50% der Nadelmasse an, tritt solch umfangreicher Fraß nicht ein, um so besser!

„Ferner ist zu berücksichtigen, daß obige Zusammenstellung aus Beständen gewonnen ist, die dicht benadelt waren und noch keinen Fraß erlitten hatten. In Beständen, die der Spanner im Vorjahr kahlgefressen hat und die jetzt wieder grün geworden sind, aber nur die Hälfte oder ein Drittel der normalen Nadelmenge besitzen, ist die kritische Zahl entsprechend der Benadelungsdichte zu reduzieren, etwa auf 3 oder 2."

Die Feststellung der Zahl allein genügt jedoch nicht zu einer einigermaßen gesicherten Prognosestellung bezüglich des Gradationsverlaufes. Ebenso wichtig ist die Untersuchung des Gesundheitszustandes der Puppen. Wird dieses Moment nicht berücksichtigt und lediglich die gefundene Zahl in Rechnung gestellt, so sind Fehldiagnosen unausbleiblich. Wenn man in so manchen Berichten liest, daß trotz starken Puppenbelages im folgenden

[1]) Kreisförmige Flächen um den Stamm herum mit 1 oder 2 m Radius würden, da die Raupen sich durchaus nicht vornehmlich in der Stammnähe verpuppen, zu keinem zuverlässigen Ergebnis führen.

Jahr kaum ein nennenswerter Flug und Fraß stattgefunden hat, so war dies wohl meist, meint Wolff, auf starke Parasitierung, Verpilzung usw. zurückzuführen, jedenfalls weit eher, als, wie mehrere Berichterstatter annahmen, auf eine Abwanderung der Falter.

Die Parasitierung erzeugt im Endstadium ganz charakteristische Veränderungen der Puppe, wodurch es jedem Laien bei einiger Übung leicht sein wird, die parasitierten Puppen von den normalen zu unterscheiden. Besonders trifft dies bei der Ichneumonierung zu, worüber Eidmann folgende klare Darstellung, die allerdings in der Hauptsache nur für *Ichn. nigritarius* gilt, gibt:

„Schon die Gestalt parasitierter Puppen ist von der normalen ganz wesentlich verschieden. Abb. 447 zeigt links eine normale, rechts eine parasitierte Puppe des Kiefernspanners in charakteristischer Ausbildung. Beide sind bei gleicher Vergrößerung dargestellt, und es läßt sich unschwer erkennen, daß die normale Puppe eine viel gedrungenere, kompaktere Ge-



A



B

Abb. 447. Gesunde (A) und ichneumonierte (B) Puppe des Kiefernspanners. Nach Eidmann.

stalt hat als die parasitierte, die wesentlich schlanker und gestreckter erscheint. Ganz besonders stark ist der Unterschied in der Ausbildung des Abdomens. Während bei der gesunden Puppe die Segmente des Hinterleibes stark eingezogen sind und fernrohrartig ineinanderstecken, sind sie bei der parasitierten weit auseinandergezogen und lassen tiefe Einkerbungen zwischen sich erkennen, durch die die glatten Intersegmentalhäute sichtbar werden." „Dann ist es vor allem auch die Färbung, die deutliche, sofort in die Augen springende Differenzen erkennen läßt. Die parasitierte Puppe ist im Endstadium ausgesprochen rotbraun und wesentlich heller gefärbt als die gesunde. Diese Braunfärbung ist besonders im Vorderteil deutlich, während das Abdomen dunkler, bis fast schwarz erscheinen kann. Dieser auffallende Unterschied rührt daher, daß die Blutflüssigkeit der Puppe grün ist, während bei parasitierten Puppen der Puppeninhalt schon von der Schlupfwespenlarve mehr oder weniger aufgezehrt wurde, so daß die braune Puppenhülse in der Färbung überwiegt. Öffnet man eine normale Puppe, so fließt auch sofort die grüne Hämolymphe heraus, während bei einer parasitierten, die

weiße Schlupfwespenlarve zum Vorschein kommt, an der der grüne Darminhalt deutlich durchschimmert."

„Die olivgrüne Farbe," fährt Eidmann fort, „verschwindet erst wenige Tage vor dem Ausschlüpfen des Falters und macht einer helleren, besonders an den Flügelscheiden blaßgelben Färbung Platz. Diese Wandlung erklärt sich daraus, daß in der letzten Zeit vor dem Auskommen des Schmetterlings das gelbe Schuppenkleid zur Entwicklung kommt und durch die Puppenhülse durchschimmert."

„Außer Form und Farbe stellt noch die verschiedene Beweglichkeit des Abdomens ein schon lange bekanntes und wichtiges Unterscheidungsmerkmal parasitierter von nicht parasitierten Puppen dar. Es ist ja eine bekannte Tatsache, daß gesunde Schmetterlingspuppen ihr Abdomen aktiv bewegen können. Nimmt man z. B. eine normale Puppe zwischen Daumen und Zeigefinger, so beginnt sie, durch die Wärme der Hand angeregt, in der Regel nach kurzer Zeit, lebhaft mit dem Abdomen hin und her zu schlagen. Dieses Verhalten wurde auch seither beim Aussuchen gesunder Puppen allgemein in Anwendung gebracht, und es ist zweifellos richtig, daß eine Puppe, die sich bewegt, dann, wenn man die Untersuchung zur richtigen Zeit vornimmt, keine *Ichneumon*-Larve enthält. Ichneumonierte Puppen können sich nur in der ersten Zeit nach der Verpuppung noch schwach bewegen. Bald jedoch schwindet diese Beweglichkeit, indem durch die Tätigkeit des Parasiten die lebenden Gewebe mehr und mehr aufgezehrt werden. Es läßt sich wohl sagen, daß im Februar und März alle (von *nigritarius*) parasitierten Spannerpuppen ihre Beweglichkeit eingebüßt haben[1]).

„Umgekehrt ist jedoch die Unbeweglichkeit kein unbedingt sicheres Zeichen für die Parasitierung, denn es kann sehr wohl sein, daß auch eine gesunde Puppe nicht sofort durch Bewegung reagiert. In solchen Fällen entscheidet ein weiteres, unbedingt zuverlässiges Hilfsmittel, nämlich die Durchleuchtung. Hält man eine gesunde Spannerpuppe vor das Licht einer Lampe, so bekommt man ein Bild, wie es auf Abb. 448 A dargestellt ist. Man sieht auf der Ventralseite, etwa in der Mitte des Puppenkörpers, eine eiförmige, durchscheinende Stelle, einen Hohlraum, der schräg nach vorn in das Innere vorspringt. Der ganze übrige Teil der Puppe erscheint schwarz, d. h. er ist undurchsichtig. Der beschriebene Hohlraum ist so charakteristisch, daß er ein absolut zuverlässiges Kriterium für Nichtparasitierung darstellt. Auch tote und eingetrocknete, gesund gewesene Puppen zeigen ihn noch, wenn auch durch die Eintrocknung und dadurch bedingte Schrumpfung der Gewebe unregelmäßige Hohlräume an anderen Stellen des Puppenkörpers hinzukommen. Der Hohlraum verschwindet erst wenige Tage vor dem Schlüpfen des Falters ebenso wie die schon oben erwähnte grüne Färbung.

„Ein wesentlich anderes Bild bieten ichneumonierte Puppen bei der Durchleuchtung dar. Man sieht in ihnen deutlich die Schlupfwespenlarve liegen (Abb. 448 B), den Kopf nach vorn gewandt und stark ventralwärts eingekrümmt. Besonders bemerkenswert ist noch ein kleiner Hohl-

---

[1]) Es wäre ein großer Irrtum, alle im Februar/März noch gesund aussehenden, also am Kopf und an den Flügelteilen grünen, mit dem Hinterleib sich bewegenden Puppen als frei von Parasiten zu betrachten. Denn in solchen können sich sehr wohl junge, noch kleine Parasitenlarven aufhalten; es handelt sich dabei von den wichtigeren Parasiten um *Lydella nigripes* Fall., *Anomalon biguttatum* Grav. und *Heteropelma calcator* Wesm. (Czerwinski und Kuntze, 1930).

raum am Schwanzende der Puppe. Ist dieser vorhanden, so ist das immer ein Zeichen dafür, daß die Schlupfwespenlarve noch nicht verpuppt ist, sondern noch als Larve in der Wirtspuppe lebt. Außerdem sind in diesem Falle die Abdominalsegmente der Spannerpuppe passiv beweglich, d. h. sie lassen sich mit dem Finger hin und her bewegen.

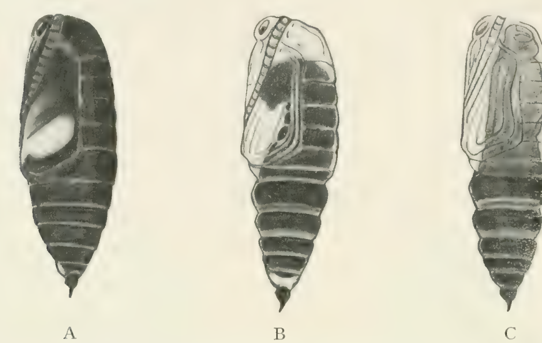


Abb. 448. Kiefernspannerpuppen bei durchfallendem Licht. A gesunde Puppe, B und C ichneumonierte Puppen (bei B ist der Parasit im Larven-, bei C im Puppenstadium). Nach Eidmann.

„Wenn der Parasit sich verpuppt hat, wenn also die Parasitenpuppe in der Schmetterlingspuppe eingeschachtelt ist (Abb. 449), so schwinden die beiden letztgenannten Merkmale. Das Abdomen wird vollkommen schwarz und undurchsichtig (Abb. 448 C) und ist auch passiv nicht mehr beweglich, sondern fest und starr wie bei einer toten, vertrockneten Puppe. Dies kommt daher, daß die Parasitenlarve vor ihrer Verwandlung in die Puppe große Kotmengen entleert, die sich am Hinterende ablagern und dieses ganz einhüllen. Dadurch wird die Undurchsichtigkeit und wahrscheinlich auch die Unbeweglichkeit des Abdomens der Wirtspuppe verursacht. Endlich wird das Vorderteil der Spannerpuppe heller und durchscheinender und die darin lagernde Parasitenpuppe ist nur undeutlich zu erkennen, was mit ihrer viel helleren und grazileren Beschaffenheit gegenüber der Larve zusammenhängen mag" (Eidmann).



Abb. 449. Puppe von *Ichn. nigritaris* Grav. in geöffneter Spannerpuppe. Nach Eidmann.

Wie schon erwähnt, läßt sich die Eidmannsche Beleuchtungsmethode nur für gewisse Ichneumonen, vor allem für *Ichn. nigritarius*, der ja in Bayern und auch anderwärts als Hauptparasit des Spanners in Frage kommt, anwenden.

Die Veränderungen der parasitierten Spannerpuppen vollziehen sich je nach der Parasitenart in verschieden langen Zeiträumen, am spätesten bei *Heteropelma calcator* Wesm. und *Anomalon biguttatum* Grav., bei welch letzterem nach Seitner die Puppe bis in den Juni hinein ihre normale Form und Farbe behält.

Die Larven der beiden letzten sind zu Beginn des Frühjahrs, wo die Puppenuntersuchungen in der Hauptsache vorgenommen werden, noch so klein (ca. 1 mm), daß sie in dem Gewirr von lappigen Fettkörpermassen in der Puppe noch kaum zu sehen sind. Nach Steiner scheinen aber die kleinen Parasiten einen stark entwicklungshemmenden Einfluß auf ihren Wirt auszuüben, da die betreffenden Puppen über das Stadium, das sie bereits im Winter besitzen, nicht hinauskommen. „Die frei in der Leibeshöhle und meist im Abdomen flottierende Larve schont zunächst alle lebenswichtigen Organe ihres Wirtes und begnügt sich damit, nachdem sie in der ersten Lebenszeit von der Hämolymphe des Wirtes gelebt hat, dessen Vorrat von Reservestoffen anzugreifen. Und zwar löst sie zunächst die einzelnen Fettzellen aus ihren festen, klumpigen Verbänden, so daß diese zu Tausenden als kleine gelbe Kügelchen die Leibeshöhle der Puppe anfüllen. Schneidet man eine von *Anomalon* parasitierte Puppe unter Wasser auf und schwenkt sie darin ein wenig hin und her, so treten als sicheres Zeichen der Parasitierung durch die genannte Art die einzelnen Fettzellen aus dem Puppenkörper hervor und trüben das Wasser in der Umgebung der Puppe bis zur Undurchsichtigkeit. Bei gesunden Puppen, die in derselben Weise behandelt werden, schwimmen nur größere Teile des lappigen Fettkörpers im Wasser. Allerdings ist die Stärke der Lösung des Fettkörpers abhängig von dem Entwicklungszustand der Parasiten; solange sich letztere bei der Nahrungsaufnahme noch mit der Hämolymphe begnügen, ist die Auflösung des Fettkörpers nur minimal.

„Bei der Untersuchung unter Wasser muß man besonders darauf achten, daß auch der Inhalt der Abdominalspitze und des Kopfendes genügend durchspült wird, denn gerade hier pflegen sich die kleinen *Anomalon* mit Vorliebe aufzuhalten. Sehr oft konnte festgestellt werden, daß die genannten Larven die Eigenschaft haben, bei der Öffnung der Puppe, vermutlich wegen ihres geringen spezifischen Gewichtes, an die Wasseroberfläche zu steigen. Dieses allerdings nicht bei allen Larven beobachtete Verhalten erleichtert das Auffinden derselben, besonders wenn man flach über die Wasseroberfläche hinwegsieht, ungemein.

„Ebenso lassen sich die frei in der Leibeshöhle des Wirtes lebenden Tachinenlarven auf diese Weise leicht finden. Schwieriger ist die Feststellung der im Darm der Spannerpuppe lebenden Tachinenlarven, besonders wenn diese noch sehr klein sind. Hier kann man durch Herausnahme des Puppendarms zum Ziel gelangen."

Für die große Praxis kommen jedoch diese Methoden nur wenig in Betracht; hierfür eignet sich wohl am besten die von K. Eckstein empfohlene Methode, worauf auch Steiner neuerdings hinweist. „Im Prinzip besteht die Methode darin, daß man den Inhalt des Puppenkörpers auf einer Glasscheibe ausdrückt, ihn dann mit einer Glasscheibe beschwert und das so erhaltene Präparat im durchfallenden Licht betrachtet. Man erhält also ein „Quetschpräparat", ohne jedoch noch einen besonderen Druck mit der Hand auf das Glas auszuüben. Die Schwere der Deckglasscheibe genügt allein schon, den Körperinhalt dünn genug auseinanderzudrücken. In einem derartigen Präparat sind die Parasiten, die kleinen Tachinen im Darm wie auch die *Anomalon*- bzw. *Heteropelma*-Larven mit Leichtigkeit infolge ihres besonders starken Lichtbrechungsvermögens zu erkennen. Bei der Präparation verfährt man derart, daß man die Puppe mit den Fingerspitzen festhält, ihr

dann mit einer feinen Schere die äußerste Kalotte des Kopfendes abschneidet, dann mit den Fingerspitzen auf die Puppe einen vom Abdomen zum Kopf fortschreitenden Druck ausübt, den Inhalt der Puppe auf eine Glasscheibe entleert und etwa noch an der Puppenhülle hängenbleibende Körperteile (Darm oder Fettkörper) mit einer Pinzette oder Nadel dem auf der Platte befindlichen Körperinhalt hinzufügt. — Als Glasplatten eignen sich zur Präparation vorzüglich alte, von ihrer Gelatineschicht befreite photographische Platten von Format 9 : 12 bzw. 13 : 18 cm, auf denen man ohne die Übersicht zu verlieren 10 bzw. 20 Puppen gleichzeitig untersuchen kann. Es empfiehlt sich, das Präparat bei der Durchsicht wagerecht zu halten, da sonst die Bestandteile verschiedener Puppenkörper ineinanderlaufen können. Als Untergrund für die Glasscheiben verwendet man helles Papier oder besser noch einen schräg gestellten Spiegel, der das Tageslicht gegen die Glasscheiben reflektiert. Bei einiger Übung und genügendem Vorrat an Glasscheiben fällt es nicht schwer, 100 Puppen pro Stunde zu untersuchen“ [1]).

Einen ganz anderen Weg hat neuerdings Görnitz (Anz. f. Schädlingskde. 1930) zur Feststellung des Parasitenbefalls eingeschlagen. Nach seinem Verfahren werden die zu untersuchenden Puppen zuerst im Thermostaten getrocknet, dann aufgeschnitten und in 10%iger Kalilauge kurz aufgekocht, wobei außer den Puppenhüllen nur noch die Chitinhäute der Parasiten erhalten bleiben. „Der Vorteil dieser Methode besteht darin, daß man wirklich alle Parasiten leicht findet und ferner auch bei abgestorbenen Puppen noch den Grad der Parasitierung feststellen kann“ (Steiner).

Auch an verlassenen Puppenhülsen kann man, worauf oben schon hingewiesen, mit Sicherheit entscheiden, ob sie von normalen oder ichneumonierten Tieren herstammen, und zwar durch die Form der Schlüpföffnung, da im ersteren Fall die Puppenhülle im Bereich der Flügelnähte gesprengt, während im letzteren Fall gewöhnlich ein kleiner Deckel am Vorderende der Puppe abgeschnitten ist (s. Abb. 438, S. 523).

Endlich sei noch erwähnt, daß „sich parasitierte und gesunde Spannerpuppen auch durch ihr Gewicht ganz wesentlich unterscheiden, indem erstere durchschnittlich 20—30% leichter als letztere sind. Dieses Merkmal ist für den Praktiker bedeutungslos, denn um Puppen auszusuchen, ist es natürlich nicht möglich, sie alle einzeln zu wiegen“ (Eidmann).

„Außer parasitierten und gesunden Puppen wird man bei der Untersuchung auch noch abgestorbene in größerer oder geringerer Anzahl vorfinden. Unter diesen sind die verjauchten Puppen leicht daran kenntlich, daß sie sich sowohl von parasitierten wie gesunden durch ihre dunkle, fast schwarze Färbung unterscheiden. Bei der Durchleuchtung lassen sich keinerlei durchscheinende Stellen finden, was daher rührt, daß der Inhalt durch Fäulnis in eine jauchige, halbflüssige Masse übergegangen ist. Sie besitzen außerdem eine ganz außergewöhnlich dünne Hülse, wodurch sie in der Hand bei dem geringsten Druck zerbrechen und der übelriechende Inhalt ausfließt“ (Eidmann).

Eidmann nimmt an, daß es „sich hier um einen Fäulnisvorgang handelt, der erst sekundär an bereits toten Puppen eingetreten ist. Die Ver-

[1]) Czerwinski und Kuntze (1930) wollen die Methode noch vereinfachen, indem sie den Puppeninhalt anstatt auf einer Glasscheibe auf dem Zeigefinger ausdrücken.

jauchung von Puppen, die besonders häufig bei im Boden lagernden Schmetterlingspuppen vorkommt, wäre also so entstanden zu denken, daß die Puppen aus irgendeiner Ursache (Sauerstoffmangel, zu große Feuchtigkeit) absterben und dann in Fäulnis geraten. Ob dabei die Fäulnisbakterien von außen her in den Puppenkörper eindringen oder aus dem Darmkanal der sich verpuppenden Raupe herstammen, muß dahingestellt bleiben. Letztere Annahme scheint jedoch bei der großen Widerstandsfähigkeit und Undurchlässigkeit des Chitins mehr Wahrscheinlichkeit zu besitzen. Auch vertrocknete Puppen findet man hie und da, wenn auch relativ selten"[1]).

„Vielfach finden sich auch durch tierische Feinde zerstörte Puppen, die entweder angefressen oder ganz ausgefressen und hohl sind. Als Feinde der Puppen, die in der Bodenstreu liegen, kommen Vögel und Mäuse in Frage; unter den Raubinsekten vor allem Elateridenlarven, die ja nach den Untersuchungen des hiesigen Instituts mit zu den Charaktertieren der Kiefernstreu zählen. Angefressene Puppen sind ohne weiteres an den Fraßspuren zu erkennen.

„Zum Schluß seien auch noch verpilzte Puppen erwähnt, die durch die hellen Fruchtkörper der Pilze, die aus ihnen hervorsprossen, und die Myzelien, die das Innere als weißliche, kompakte Masse ausfüllen, deutlich genug charakterisiert sind" (s. auch oben S. 538).

Als günstigsten Zeitpunkt für die Untersuchung der Spannerpuppen auf ihren Parasitenbefall gibt Eidmann die Monate Februar bis Mitte April an (Scheidter empfiehlt „als besten Termin die Zeit im Frühjahr nach Abgang des Schnees"). „Würde man die Puppenuntersuchungen erst Ende April oder im Mai vornehmen, so könnte man einen großen Teil der parasitierten Puppen nicht mehr erfassen." „Eine frühere Untersuchung ist gleichfalls nicht ratsam, da manche Ichneumonidenlarven im Januar noch zu klein sind, um sicher erkannt zu werden" (Eidmann).

Eine noch frühere Untersuchung, etwa Ende Oktober oder November, könnte zu ganz bedenklichen Irrtümern Veranlassung geben: Da nämlich parasitierte Raupen sehr wahrscheinlich sich früher verpuppen als gesunde (wie ja auch hungernde oder sonst geschwächte Raupen sich vorzeitig verpuppen), so würden zu frühe Untersuchungen anfangs viel höhere Parasitenprozente ergeben als zu einem späteren Termin vorgenommene, da inzwischen auch die gesunden Raupen zur Verpuppung gelangten. Man könnte dann den Eindruck gewinnen, daß der Parasitenbefall seit der ersten Untersuchung zurückgegangen ist (tatsächlich sind uns während der letzten bayerischen Kalamität derartig lautende Berichte zugegangen).

Je höher der Prozentsatz der parasitierten oder sonst erkrankten Puppen ist, desto günstiger ist natürlich die Prognose. Nach Wolff (S. 202) kann „eine günstige Prognose gestellt werden, wenn über 50% der Puppen krank sind." Dabei darf aber nicht außer acht gelassen werden, daß der Parasitenbefall nach einer anfänglichen Steigerung auch wieder zurückgehen kann. F. Eckstein berichtet, wie bereits betont, über mehrere derartige Fälle; zum Teil mögen Hyperparasiten die Ursache dieser Erscheinung sein.

Hebung des Parasitenstandes.

Vom waldhygienischen bzw. prophylaktischen Standpunkt aus ist eines der erstrebenswertesten Ziele, den eisernen Bestand an Spanner-

[1]) Nach Wolff (1910) führt auch Polyeder-Krankheit zur Vertrocknung der Puppen.

parasiten möglichst zu heben. Eidmann hat sich mit dieser Frage eingehend beschäftigt: „Die Parasiten des Spanners sind meist stark polyphag. *Ichneumon nigritarius* Grav. z. B., einer der wichtigsten Parasiten des Spanners, kommt neben vielen anderen auch im Heidekrautspanner vor. In Beständen mit starkem Heidekrautwuchs wird er diesen Wirt in großer Zahl vorfinden und sich in ihm so stark vermehren können, daß er im Herbst Unmengen von Kiefernspannerraupen anstechen und so vielleicht schon im nächsten Jahr die drohende Kalamität zum Zusammenbruch bringen kann.“

„Noch drastischer ist das Beispiel der Tachinen, deren Wirte wir durch die Baersche Zusammenstellung besser kennen als die der Schlupfwespen.

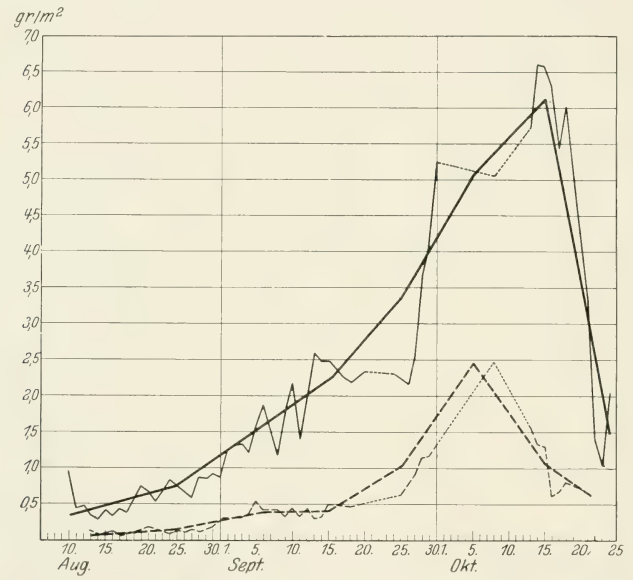


Abb. 450. Kotkurven im Mischwald (——— ohne, – – – mit Unterwuchs). Alter 101 Jahre. Nach Schwerdtfeger[1]).

Von *Lydella nigripes* Fall. kennen wir nicht weniger als 30 Wirte, die sich aus allen möglichen Arten von Schmetterlingen und selbst Blattwespen rekrutieren. Würden wir die Futterpflanzen dieser Wirte zusammenstellen, so bekämen wir eine endlose Liste von Gewächsen, die wir im reinen Bestand vergeblich suchen, die aber im Mischwald mit viel größerer Wahrscheinlichkeit anzutreffen sind. Meist sind es nicht einmal die Laubbäume selbst, von deren Blättern sich die Raupen jener Wirte ernähren, sondern hauptsächlich kraut- und strauchartige Pflanzen aller Art. Es ist daher auch nicht so sehr der

[1]) Nicht in allen von Schwerdtfeger untersuchten Fällen war der Unterschied in der Kotkurve zwischen gemischtem und reinem Bestand so auffallend wie hier.

Mischwald selbst, als vor allem ein möglichst artenreicher Unterwuchs, eine reichhaltige Bodenflora, die wir erstreben müssen. Jede kleine Waldwiese, jedes pflanzenreiche Bachufer, jede Hecke am Waldrand bildet durch die reiche Raupenfauna, die sie beherbergt, geradezu einen Tachinenherd, von dem aus jene nützlichen Helfer, sobald sich die Gelegenheit bietet, auf die Schädlinge übergehen können. Es ist sehr wohl denkbar, durch eigens zu diesem Zweck getroffene Maßnahmen den Tachinen- und Schlupfwespenbestand zu pflegen und zu steigern. Die Erhaltung eines üppigen Pflanzenwuchses an Waldrändern, Rainen und Böschungen, die Anlage lebendiger Zäune um Pflanzgärten und Kulturen, die Schaffung von Waldwiesen und vor allem auch die Verhinderung der Streuentnahme, durch die eine ganze Reihe der verschiedenartigsten Bodengewächse mit entfernt wird, sowie die Ansiedlung eines reichen Unterwuchses wird hier überaus günstig einwirken. Dann werden viele Bestände, um auch einmal die ästhetische Seite zur Sprache kommen zu lassen, die ja der praktische Entomologe leider viel zu sehr in den Hintergrund stellen muß, das traurige Aussehen eines ‚lebendigen Holzlagers' verlieren."

„Nicht allein Rückkehr zum Mischwald wird uns daher dem ersehnten Ziel näher bringen, sondern vor allem auch die Ansiedlung einer möglichst vielgestaltigen Kleinflora in der oben angedeuteten Weise. Rückkehr zum Mischwald erfordert viele Jahrzehnte, wenn nicht Jahrhunderte, während wenige Jahre genügen dürften, bereits in hinreichender Weise die Kleinflora zum Wohle unseres Waldes entscheidend zu beeinflussen. Wir werden dann den Schlupfwespen und Tachinen forstlich indifferente Wirte und Zwischenwirte in großer Zahl bieten und dadurch ihren Bestand in hinreichendem Maße heben können. Wir werden mit anderen Worten die Gefahr einer Schädlingskalamität auf ein Minimum reduzieren[1])".

Vertilgung der Puppen.

Bis vor kurzem richteten sich die Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Spanner fast ausschließlich gegen die Puppe. Einmal nimmt ja das Puppenstadium den längsten Zeitraum in der Entwicklung des Spanners ein, und sodann ist ihm infolge der Lagerung in der Bodendecke am leichtesten beizukommen. Man hat hierbei verschiedene Methoden angewandt:

Schweineeintrieb. — Über die Wirtschaftlichkeit und den Wert des „Schweineeintriebes"[2]) sind in den Berichten und in der Literatur die widersprechendsten Ansichten geäußert worden (siehe hierüber Wolff, 209ff.). Die Meinungsverschiedenheiten beruhen in der Hauptsache auf der Verschiedenheit der Voraussetzungen: die einen hatten hochgezüchtete, kurzköpfige englische Rassen verwendet, die anderen langköpfige Landschweine, in den einen Gegenden waren die Schweine schwer aufzutreiben, in anderen Gegenden standen eine genügende Zahl zu billigen Bedingungen zur Verfügung.

Daß kräftige Landschweine gute Arbeit in Spannerrevieren leisten, steht außer Zweifel[3]). Auf Veranlassung des hiesigen Institutes wurden beim

---

[1]) Über die Möglichkeit einer künstlichen Trichogrammisierung ist bei der Eule einiges erwähnt (s. unten).

[2]) Über die Technik des Schweineeintriebes s. Eckstein (T) u. Flos (1929).

[3]) Siehe hierüber auch Flos (1929).

letzten oberpfälzischen Fraß Versuche in dieser Richtung unternommen, über deren Resultate Eidmann (1926) folgendes mitteilt: „In einigen stark befallenen Distrikten wurden vom 10. April bis 2. Juni an den Wochentagen nachmittags 15—20 Schweine eingetrieben. Die Schweine hielten sich auf den stark belegten Plätzen gut zusammen, wühlten fleißig und verzehrten sichtlich viel Puppen. Zuerst arbeiteten sie etwas flüchtig, bald jedoch bemerkten sie die reichliche Puppenmast und schürften nun eingehender und mit großem



Abb. 451. Schweineherde beim Brechen. Nach Flos.

Eifer. Sie überliefen nur die gering belegten Bestandsteile. Die vorgenommenen Zählungen hatten folgendes Ergebnis: In dem einen Fall belief sich der Puppenbelag vor dem Eintrieb auf 40 Stück pro Quadratmeter, nachher auf durchschnittlich 10 Stück. In einem anderen Distrikt, wo der Durchschnittsbelag 80 Stück pro Quadratmeter (an einzelnen Plätzen bis 130 Stück) betragen hatte, waren nach dem Schweineeintrieb nur noch durchschnittlich 13 Stück pro Quadratmeter zu zählen. Im ersten Falle waren 75%, im zweiten Falle 83% der Puppen, also im Durchschnitt 79%, d. i. mehr als $^3/_4$, durch die Schweine vernichtet worden."

Eingehende Versuche hat auch Wendt (1928) in Pommern gemacht und ist dabei zu ganz ähnlichen Resultaten gekommen, nämlich 70—80%ige Vernichtung. 55 Schweine haben auf einer eingedrahteten Fläche von 0,176 ha in 1 Stunde 15 Minuten die Puppen von 76 pro Quadratmeter auf 14 herabgedrückt, bzw. von der errechneten Gesamtzahl von 130260 Puppen 106680 oder 82% vernichtet. Jedes Schwein hat demnach pro Stunde 1554 Puppen gefressen. Es wurden im Durchschnitt täglich an 90 Tagen 50 Schweine eingetrieben, die in dieser Zeit eine Fläche von ca. 100 ha durchwühlt haben.

Es wird damit zu rechnen sein, daß eine Herde von 50 Hausschweinen täglich etwa 1 ha durchwühlt[1]).

Nach diesen Ergebnissen kann der Schweineeintrieb unter der Voraussetzung, daß geeignete Rassen in genügender Zahl zur Verfügung stehen, wohl empfohlen werden[2]).

Hühnereintrieb. — Die Methode wird besonders von K. Eckstein (T. d. F. 202) empfohlen, der auch eine ausführliche Anleitung hierzu gibt. „Haushühner und Puten sind imstande, große Mengen von Spannerpuppen zu vertilgen. Erstere suchen freilaufend und scharrend allein die Puppen, letztere haben den Vorzug, sich als Herde treiben zu lassen und an ganz bestimmten Stellen zu arbeiten, wenn dort die Bodendecke gelockert wird." Die Tagesleistung eines Huhnes beträgt zwischen $^3/_4$—1 Liter, d. h. zwischen 4500 und 6000 Puppen, vorausgesetzt, daß ein entsprechend dichter Belag vorhanden ist und daß die Streudecke derart ist, daß sie von den Hühnern leicht entfernt werden kann. Die Hühner suchen sehr sorgfältig und lassen bei einer günstigen Bodendecke nur ganz wenig Puppen liegen.



Abb. 452. Wärterin beim Auflockern der Streu und ihr gieriges Gefolge. Nach Flos.

Trotzdem wird aber bei ausgedehnten Massenvermehrungen der Hühnereintrieb niemals ein geeignetes Kampfmittel darstellen, sondern nur in

[1]) Mehrfach wurde darüber geklagt, daß die eingetriebenen Schweine infolge des Raupengenusses erkrankt seien; auch uns gingen solche Klagen zu. Doch dürften diesen Erkrankungen andere Ursachen zugrunde gelegen haben. Bei den Fällen in Pommern wurde auch bei verschiedenen der erkrankten Tiere Rotlauf festgestellt (s. Wendt, 1928).

[2]) Schwerdtfeger ist allerdings zu einer wesentlich ungünstigeren Auffassung bezüglich der Zweckmäßigkeit gelangt; doch gibt er selbst zu, daß seine Versuche an verschiedenen Mängeln gelitten haben.

kleineren Verhältnissen, bei begrenztem Vorkommen oder als Unterstützung des Streurechens (s. d.) mit Aussicht auf Erfolg anzuwenden sein[1]).

Chemische Mittel. — Bei der letzten größeren oberpfälzischen Gradation wurden in den Forstämtern Ensdorf und Roding Versuche in der Richtung unternommen, durch Aufstreuen ätzender Mittel die Puppen zu vernichten, ohne die Streu zu entnehmen. Man verwandte hierzu Ätzkalk, Chlorkalk, Kainit, Kali-Ammonsalpeter, Kalkstickstoff, Superphosphat, Thomasmehl. Die Versuche fielen so gut wie negativ aus (s. Eidmann, 1926a, S. 58, und Seiff, 1926). Auch später von uns unternommene Versuche mit Calciumcyanit, Petroleumderivaten usw. verliefen erfolglos.

Dagegen hatte Schwerdtfeger (1930b) gute Wirkung mit Kainit auf die vor der Verpuppung stehenden, in der Bodendecke ruhenden Raupen erzielt. Bei einer Menge von 30 Ztr. je Hektar konnte im Laboratorium in vielen Fällen eine 100%ige Wirkung erzielt werden. Ob aber der Laboratoriumsversuch sich ohne weiteres auf die Praxis übertragen läßt, hält Schwerdtfeger durchaus nicht für sicher. Vor allem dürfte die über einen langen Zeitraum sich hinziehende Dauer des Raupenabstieges (oft von Mitte Oktober bis Ende November, anfangs Dezember) ungünstig für die Kainitmethode sein, da in dieser langen Zeit das mit dem Beginn des Abstieges ausgestreute Kainit sicherlich in den Boden gewaschen wird, so daß zumindest die zweite Hälfte der absteigenden Raupen unbehelligt bleiben würde. Immerhin dürfte es angezeigt sein, bei gegebener Gelegenheit Freilandversuche mit genau dosierten Kainitmengen zu machen.

Mechanische Bearbeitung der Streu. — Der Streuabzug war bis vor kurzem als die einzig wirklich „rationelle" Bekämpfungsmethode des Spaners bekannt. Sie wirkt dadurch, daß mit der Streu die in ihr enthaltenen Puppen entfernt werden. Die Bodendecke muß, soll ein voller Erfolg erzielt werden, restlos bis auf den mineralischen Boden abgeschürft werden, damit auch die in der Rohhumusschicht wohnenden, besonders zahlreichen Puppen vernichtet werden.

Die von der Streuentnahme nicht erfaßten Puppen sind ihres natürlichen Schutzes beraubt und fallen zum großen Teil nachträglich ihren Feinden zum Opfer. Zahlreiche Berichte aus der Praxis machen auf die Mithilfe der Vögel in diesem Zusammenhang aufmerksam, wie: „Die Drosseln folgen direkt den Arbeitern, auch Meisen haben sich in Menge eingestellt," oder: „es ließ sich (nach der Streuabgabe) ein größerer Drosselzug im Revier nieder und hielt gründliche Nachlese" (s. Wolff, S. 219). Daß die durch die Streuentnahme freigelegten Puppen durch Vertrocknen eingehen, wie mehrfach angenommen wurde, scheint, wie oben schon bemerkt (S. 496), nicht zuzutreffen.

Die mit der Streu erfaßten Puppen werden, wo es sich um Streuabgabe handelt, aus dem Walde entfernt, oder wo die Streu auf Haufen gesetzt wird, in diesen zum größten Teil unschädlich gemacht. Entweder dadurch, daß durch Selbsterhitzung der Haufen die Puppen getötet werden, oder aber dadurch, daß die in den Haufen auskommenden Falter rein mechanisch durch die festsitzenden Streumassen gehindert werden, ins Freie zu gelangen. Kann sich doch im allgemeinen ein Falter durch eine feste Streuschicht, die dicker als 10 cm ist, schon nicht mehr hindurch-

[1]) Siehe hierüber auch Flos (1929).

arbeiten. Die Beantwortung der Frage, ob die Streu durch Abgabe völlig aus dem Walde entfernt oder ob sie auf Haufen gesetzt werden soll, um später wieder ausgebreitet zu werden, richtet sich einmal nach den wirtschaftlichen Verhältnissen und sodann nach der Beschaffenheit des Bestandes. Wo es sich um dürftige und an und für sich unter ständiger Streunutzung leidende Bestände handelt, wird man, wenn irgend möglich, den 2. Modus wählen, während andererseits auf guten Standorten stockende Bestände mit geschonter Streudecke eine einmalige Entnahme ohne Schaden ertragen können.

Exakte Untersuchungen über die Wirkung des Streuharkens auf die Spannerpopulation verdanken wir wieder Schwerdtfeger. Sie führen zu dem Schluß, daß das Streuharken zwar kein absolut durchschlagendes Radikalmittel darstellt, daß es jedoch in allen Fällen eine deutliche Verminderung des Schädlingsbefalls zur Folge hat. Die Wirkung ist um so größer, je früher das Harken geschieht, wie aus den beiden Kotkurven (Abb. 453

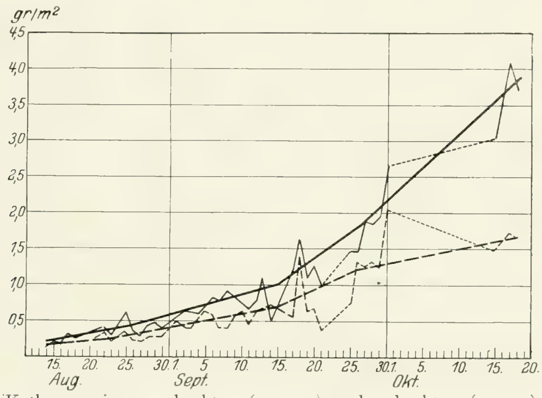


Abb. 453. Kotkurven im ungeharkten (———) und geharkten (– – –) Wald. Geharkt 22.—27. April. Nach Schwerdtfeger.

und 454) hervorgeht; im ersteren Fall wurde das Harken Ende April, im letzteren schon Ende März begonnen. Das Wirkungsprozent schwankte in den Versuchen Schwerdtfegers zwischen 29 und 72.

„Grundverkehrt ist es, in allen gefährdeten Beständen kurzweg das Streuharken durchführen zu wollen, ohne sich über den voraussichtlichen Erfolg klar zu sein."

Nach Schwerdtfeger sind folgende drei Zahlen miteinander in Beziehung zu bringen: 1. die Anzahl der je Quadratmeter gefundenen gesunden Puppen, 2. das voraussichtliche Wirkungsprozent der Bekämpfungsmaßnahme, 3. die kritische Puppenzahl. Ein Beispiel mag das erläutern: 1. In einem Bestande sind 13 gesunde Puppen je Quadratmeter gefunden worden, der Bestand ist also gefährdet. 2. Das Streuharken kann voraussichtlich Anfang April durchgeführt werden, es ist mithin mit einer Abtötung von 70% zu rechnen. 3. Der Bestand ist voll benadelt; die kritische Puppenzahl beträgt 6. Demnach ist die Bekämpfung durchzuführen: bei

einer Abtötungsziffer von 70% bleiben 4 Puppen je Quadratmeter übrig, eine Zahl, die mit großer Wahrscheinlichkeit den Bestand nicht gefährden wird.

„Ein weiteres Beispiel: 1. Gefundene Puppenzahl je Quadratmeter 30. 2. Zeitpunkt des Harkens Mitte April, voraussichtliches Wirkungsprozent 50. 3. Der Bestand ist schon im Vorjahr stark lichtgefressen; er besitzt jetzt etwa die Hälfte der normalen Nadelmasse; kritische Puppenzahl also 3. Die Bekämpfung wird Kahlfraß des Bestandes voraussichtlich nicht verhindern können, da 15 Puppen, das Fünffache der kritischen Zahl, übrig bleiben werden."

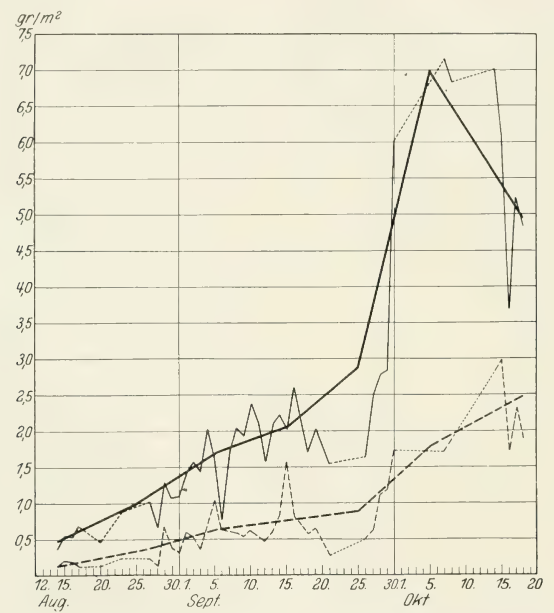


Abb. 454. Kotkurven im ungeharkten (———) und geharkten (– – –) Wald. Geharkt 25. März bis 25. April. Nach Schwerdtfeger.

Es handelt sich also vor allem darum, festzustellen, ob durch das Streuharken die Puppenmenge unter die kritische Zahl herabgedrückt werden kann; ist dies der Fall, so ist ihre Ausführung ohne weiteres am Platze.

„Nicht so einfach ist die Lage, wenn trotz Bekämpfung mit starkem Fraß gerechnet werden muß; denn auch in diesem Falle kann zuweilen das Streuharken gerechtfertigt sein.

„Die beharkten Bestände werden bei nicht allzu starkem Befall im allgemeinen später kahlgefressen werden als die unbehandelten; es besteht also für sie die Möglichkeit, Knospen für das nächste Jahr anzusetzen, während in den ungeharkten Beständen die Knospenbildung infolge früh einsetzenden

Kahlfraßes nicht zu Ende kommt. Gesetzt den Fall, die Gradation stünde auf ihrem Höhepunkt, im nächsten Jahr sei mit einem wesentlichen Fraß nicht mehr zu rechnen, dann wäre der Bestand mit wahrscheinlich geringen Verlusten gerettet, da erfahrungsgemäß die Kiefer einmaligen Spannerkahlfraß auszuhalten vermag.

„Verkehrt wird in der Regel das Streuharken in schon einmal kahl- oder starkbefressenen Beständen sein. Die Puppenzahl ist meist derart groß und die Nadelmenge so gering, daß auch bei großem Wirkungsprozent Kahlfraß innerhalb kürzester Zeit eintreten wird.

„Der Einblick in die Wirkungsweise der Bekämpfung, den uns die Untersuchungen geliefert haben, vereinfacht also keineswegs die Ausführung der Bekämpfung, indem etwa ein Rezept gegeben wird: bei soundso viel Puppen mußt du Streu kratzen, bei mehr und weniger nicht. Er gibt uns aber ein Hilfsmittel, die Bekämpfung nur dort anzuwenden, wo sie unter Berücksichtigung der örtlichen Umstände Erfolg verspricht, und nicht, wie bisher, in sämtlichen gefährdeten Beständen."

Über die Art der Wirkung der Streuhaufen auf die frisch auskommenden Falter hat Jucht (1925) eine Reihe exakter Untersuchungen angestellt, die vor allem Aufschluß über die rationellste Form und Größe der Haufen geben sollten. Die Höhe der Erhitzung richtet sich nach dem Material, nach der Art der Anhäufung (locker oder fest), nach der Größe der Haufen und nach klimatischen Außenfaktoren. Ein 1 m hoher Haufen festgetretener reiner Moos- und Nadelstreu erhitzte sich im Jahre 1913 in 36 und 38 Tagen auf 36—58 Grad Celsius, im Jahre 1914 in 40 Tagen nur auf 26 Grad; dagegen Moos mit viel Beerenkraut im Jahre 1913 in 34—43 Tagen nur auf 28—33 Grad, und 1914 gar nur auf 21 Grad.

Aus den Juchtschen Versuchen ergeben sich folgende allgemeine Gesichtspunkte: „Reine Moos- und Nadelstreu erhitzt sich rascher und stärker als Streu mit Beimischung von sperrigem Beeren- und Heidekraut, das, den Streuhaufen mit leeren Zwischenräumen durchsetzend, einen ständigen Ausgleich der Innen- und Außenluft ermöglicht. Daher hat auch die Außentemperatur auf die Erhitzung um so mehr Einfluß, je lockerer die Streu zusammengesetzt ist. Die Erhitzung des Kernes eines festgeschichteten Haufens wird von der Außentemperatur nicht oder nur sehr wenig beeinflußt. Sandbeimischung ist der Erhitzung abträglich. Je größer und umfangreicher der Streuhaufen ist, desto rascher und stärker entwickelt sich Wärme. Bei warmer Nässe geschichtete Streu erhitzt sich stärker als trocken oder bei kalter Nässe und Schnee aufgesetzte, ebenso festgetretene stärker als locker aufgeworfene."

Bezüglich der mechanischen Hinderung der Streuhaufen für die auskommenden Falter kam Jucht zu dem Ergebnis, daß, wie oben schon betont, die letzteren mehr als 10 cm sich nicht durch die Streuschicht durcharbeiten können, während Ichneumoniden und Tachinen noch aus 30 cm Tiefe ins Freie gelangen konnten. „Natürlich darf dabei die Dichtigkeit der Haufen nicht außer acht gelassen werden. Wo viel Äste von Beerenkraut vorhanden sind, wird die Struktur des Haufens zu räumig, als daß sie das Durchkriechen der Falter verhindern könnten," daher müssen die Haufen entweder festgetreten werden oder, wenn man diese Arbeit sparen will, eine gewisse Mindesthöhe haben, und dann endlich spätestens 4 bis 5 Wochen vor dem Beginn der Flugzeit fertiggestellt werden, damit ge-

nügend Zeit zum selbsttätigen Senken und Setzen der aufgehäuften Streu zur Verfügung steht.

„Die Entscheidung der Frage, ob man bei Bekämpfung des Kiefernspanners die Maßnahme der Streuaufhäufung unter dem Leitgedanken der Tötung oder Schädigung der Puppen und Falter durch Selbsterhitzung der Haufen stellen oder nur die Absicht der Unschädlichmachung durch mechanische Behinderung des Auskommens verfolgen soll, wird nach den Versuchsergebnissen letzterem zuneigen. Es ist nicht nötig, den Haufen die großen Ausmaße zu geben, die für eine puppentötende Selbsterhitzung nötig sind, denn der Schichtkern, der diese Hitze zu erzeugen vermag, liegt tiefer als die Schicht, in der das Insekt ohnehin schon durch mechanisches Hindernis den Tod findet. Insektentötende Hitzeentwicklung sollte sogar vermieden werden, um nicht die im Innern der Haufen eingeschlossenen Spannerfeinde, Ichneumoniden, Tachinen u. dgl. zu töten.

„Schließlich und besonders gewichtig spricht der geringe Aufwand an Arbeit und Geld dafür, den Haufen keine größere Ausdehnung zu geben, als

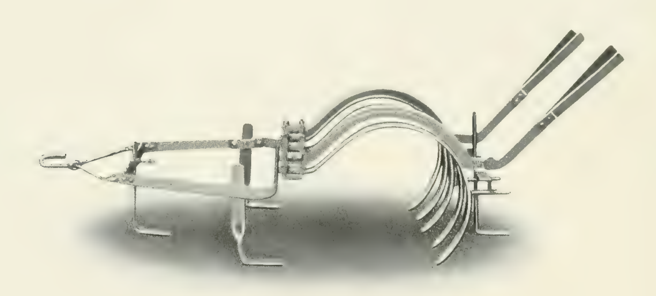


Abb. 455. Der Kranoldsche Streurechen.

der Zweck der Maßnahme, die Unschädlichmachung des Spanners und die Verhinderung weiterer Massenvermehrung, unbedingt gebietet."

Als unterste Grenze (die man nur bei geringem Streubelag einhalten wird) gibt Jucht 1 qm Grundfläche und 30 cm Höhe an. Wo aber ein starker Streubelag vorhanden ist, ist dringend zu empfehlen, die Haufen bei dichtem Streugefüge mindestens 50 cm, bei sperrigen Streuarten dagegen noch höher, 75, 100, ja bis zu 125 cm hoch zu machen.

Die Maßnahme des Streurechens kann natürlich nur da stattfinden, wo eine Streudecke vorhanden ist. Fehlt eine solche infolge fortwährender rücksichtsloser Streunutzung, dann geht der Spanner in den Mineralboden und entzieht sich der Bekämpfung durch diese Methode. „Die Streudecke ist Fangmaterial." Schon aus diesem Grunde sollten wir besonders disponierte Spannerorte von der Streunutzung weitgehendst verschonen, damit wir dem Spanner in einem dichten Bodenüberzug Wohnstätten bieten, in denen wir ihn aufsuchen und vernichten können (Jucht).

Was die Ausführung des Streurechens betrifft, so kann diese mit verschiedenen Werkzeugen ausgeführt werden: mit der hölzernen oder

eisernen Harke, der Plaggenhacke, der Ehlertschen Moosegge oder endlich dem Kranoldschen Streurechen. Welche von diesen jeweils am besten angewendet werden, richtet sich nach verschiedenen Umständen: nach der Beschaffenheit der Lage der Bestände, nach der Ausdehnung des zu bearbeitenden Gebietes, nach der Zahl der zur Verfügung stehenden Arbeiter, nach deren Anstelligkeit, nach den Löhnen usw. Im allgemeinen wird man bei ausgedehnten Flächen zu den beiden letzten Instrumenten greifen, die sich beim Spannerfraß der Tucheler Heide sehr gut bewährt haben.

Von der Ehlertschen Egge werden zwei verschiedene Modelle gefertigt: das große Modell, 1 m breit, von 2 Pferden gezogen, für Altholz, und das kleine Modell, 60 cm breit, von 1 Pferd gezogen, für Stangenholz. Der Vorteil der Egge liegt vor allem darin, daß sie den Rohhumus gründlich durchwühlt und die Moosdecke so zusammenrollt, daß ein Auskriechen des Insekts unmöglich wird; zudem ersetzt sie eine Menge Arbeitskräfte. Mit 7—8 Eggen konnte 1 Jagen in 3—4 Tagen streufrei gemacht werden. Bei starkem Beerenkrautwuchs arbeitet die Egge nicht, während sie mäßigen Heidekrautwuchs mit fortnimmt.

Der Ehlertschen Egge noch wesentlich überlegen ist der Kranoldsche Streurechen (Abb. 455). Er bewältigt mit einem Pferd als Bespannung spielend die stärkste Streudecke und „führt auch das Aufrollen derselben in so vollendeter Weise durch, daß die entstandenen Wälle durch die sorgfältigste Handarbeit nicht hätten übertroffen werden können“ (Wolff). „Natürlich kann man nicht verlangen, daß der Rechen in Heidelbeerkraut, Heide, Gras usw. oder im Unterwuchs von Fichten einwandfrei arbeitet.“

Nach Jucht (1925) hat sich der Kranoldsche Rechen im Dürrnbucher Forst (bei Ingolstadt) „nicht als arbeitsfördernd erwiesen, nicht nur im Fichtenunterwuchs und in engbestandenen Stangenhölzern, sondern auch auf unterwuchsfreien Flächen fiel seine Anwendung den Arbeitern schwerer, als man erwartete. Man kehrte deshalb dort zu einfacher Handarbeit mit Breithaue und Eisenrechen zurück.“

Die Durchführung geschah dort in folgender Weise: „Dicht nebeneinander standen 20—25 Männer in gerader Linie. Auf Ruf begannen sie gleichzeitig die Streu vor sich her, stets fortschreitend, bis zum Mineralboden abzuziehen. Auf „Halt“ blieben sie stehen, Zurückgebliebene suchten mit den Rascheren auf gleiche Linie zu kommen, und wenn das erreicht war, forderte ein Ruf des Vorarbeiters zur Fortsetzung in gleicher Weise auf. Ein Gang erstreckte sich je nach Art und Mächtigkeit der Streudecke auf einen Streifen von 3—5 m Breite. Der Hackerreihe folgte unmittelbar eine Schar Frauen und Jugendlicher, die die Streu zusammenrechten, andere formten Haufen und traten sie fest.“

Bei der letzten bayerischen Kalamität wurde versuchsweise mehrerenorts die Streu nur umgehackt (ohne auf Haufen gesetzt zu werden). Die Berichte über die Erfolge lauteten recht verschieden, so daß heute kein eindeutiges Urteil darüber gefällt werden kann. Nach Hellwig (1929) waren die Erfolge in Waldsassen sehr gut.

Nach Flos kann auch durch gründliches Igeln der Spannerflächen ein guter Erfolg erzielt werden (Kosten 10 RM. je Hektar). „Ob in lichten Beständen auch die Bodenfräse anzuwenden ist, bedarf noch der praktischen Erfahrung.“

Durch Abbrennen der Bodendecke. — Untersuchungen über die Wirkung des Abbrennens der Bodendecke auf die Spanner sind in der letzten Zeit verschiedentlich gemacht worden, teils unfreiwillig, teils mit Absicht (Schwerdtfeger, 1930a, Guderian, 1929). Danach betrug das Ab-

tötungsprozent meist über 75 und erreichte in einem Fall sogar 92. „Trotzdem aber wird sich eine Anwendung dieser Bekämpfungsmaßnahme in größerem Umfang von selbst verbieten, da die Ausführungsmöglichkeit in der Regel sich nur auf kurze Zeit und geeignete Örtlichkeit beschränkt und die Gefahr eines Waldbrandes immer vorhanden ist" (Schwerdtfeger).

Vertilgung der Raupen.

Gegen die Spannerraupe kannten wir bis vor kurzem keine wirksame Bekämpfungsmethode; der Leimring, der gegen den Spinner durchschlagenden und gegen die Nonne unter Umständen recht guten Erfolg zeitigen kann, versagte beim Spanner praktisch vollkommen, was bei der Bionomie der Spannerraupe nicht anders zu erwarten war. Erst die neueste Zeit gab uns ein Mittel gegen die Spannerraupe in die Hand: die Arsenbestäubung vom Flugzeug aus oder mittelst Motorverstäuber. Die Erfolge, die bisher mit dieser Methode gegen den Spanner erzielt sind, können allerdings noch nicht voll befriedigen, doch werden die Mängel zweifellos behoben werden können.

Wenn gerade die Spannerraupe heute noch einige Schwierigkeiten bietet, so beruht dies darin, daß die Spannerraupen, wenigstens die älteren Stadien, auffallend langsam auf Arsen bzw. die heute gebräuchlichen Arsenpräparate reagieren. Ich selbst und mein Schüler L. Kalandadze haben eine Reihe von Versuchen darüber gemacht; außerdem konnte ich bei den Ensdorfer Versuchen auch draußen Beobachtungen anstellen (s. Escherich, Kalandadze, 1927, und Eidmann, 1926).

Die Ergebnisse dieser Versuche und Beobachtungen bezüglich der heute gebräuchlichen Arsenmittel auf die Spannerraupe lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Auf die Eiräupchen, besonders die frisch geschlüpften, wirken alle Arsenmittel vortrefflich; bei schwacher wie bei starker Bestäubung gingen die ersten durchschnittlich schon nach 1,05—2,3 Tagen, im Maximum nach 2—6 Tagen zugrunde. Bei älteren Eiräupchen brauchte das Gift schon länger, um tödlich zu wirken, nämlich 2,9—4,4, im Maximum sogar bis 13 Tage.

Die Raupen des II. Stadiums reagieren schon wesentlich langsamer; sie gehen bei starker Bestäubung nach 3,6—7,6 und bei schwacher Betäubung erst nach 8,1—33,4 Tagen zugrunde. Ähnlich verhalten sich die Raupen des III. Stadiums, während die Raupen des IV. und V. Stadiums sich als besonders unempfindlich erwiesen. Sogar bei starker Bestäubung hat sich ein Teil der Raupen verpuppt, während bei schwacher Bestäubung die Hälfte und mehr zur Verpuppung gelangten.

Die vergifteten Raupen zeigten ganz charakteristische Erscheinungen: Die Giftwirkung äußert sich darin, daß die Raupen zuerst immer weniger fressen und immer träger werden, bis sie schließlich mit dem Fressen ganz aufhörten. Sie hingen dann meist an ihrem Spinnfaden, den Kopf nach abwärts, und gehen in dieser Stellung zugrunde (s. Abb. 57 B, S. 91); manche blieben auch auf den Nadeln und starben dort.

Nach diesen Erfahrungen wird eine möglichst frühzeitige Bestäubung am zweckmäßigsten sein. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, daß die Flugzeit, Eiablage und dementsprechend auch das Aus-

kommen der Eiräupchen sich beim Spanner außergewöhnlich lang (über 2 Monate) hinziehen und daß daher eine zu früh vorgenommene Bestäubung nur einen Teil der Raupen treffen würde; es wird daher nicht möglich sein, ausschließlich gegen das empfindlichste Stadium, die junge Eiraupe, vorzugehen. Als frühesten Zeitpunkt einer Bestäubung gegen Spanner möchte ich durchschnittlich anfangs bis Mitte August ansehen. Es sind dann wohl die meisten Raupen ausgekommen, ein Teil derselben wird noch im I. Stadium und der größte Teil im II. Stadium, das ja auch noch recht empfindlich ist, stehen.

In Geisenfeld, wo im Jahre 1926 gestäubt wurde, haben wir die Erfahrung gemacht, daß an solchen Orten, die vom Flugzeug des öfteren überflogen wurden, ein voller Erfolg erzielt wurde, während bei einmaliger Bestäubung (mit dem 11%igen Esturmit) die Wirkung nicht so augenfällig war. Diese Erfahrungen lehren uns, daß wir auch den Spanner trotz seiner größeren Widerstandsfähigkeit gegen Arsen wirksam bekämpfen können, wenn wir eventuell eine Wiederholung der Bestäubung nach 8 oder 14 Tagen vornehmen lassen. Das Verfahren wird natürlich dadurch nicht unbeträchtlich verteuert[1]).

In dem Vorschlag Voelkels (1929), „sofort nach Feststellung des Schlüpfens der ersten Räupchen das gesamte Befallsgebiet zunächst mit einer dünnen Arsenschicht (20 kg je Hektar) zu belegen, um die sehr empfindliche frisch geschlüpfte Spannerraupe abzutöten, und dann dieses Verfahren später, wenn neue Räupchen geschlüpft sind, zu wiederholen," kann ich keine brauchbare Lösung der Arsen-Spannerbekämpfung erblicken, da bei der geringen Menge des Giftes die Bestäubung viel zu dünn ausfallen würde, so daß den Eiräupchen reichlich arsenfreie Nahrung zur Verfügung stehen würde. Außerdem ist „der Schlüpftermin gar nicht so einfach zu erfassen, und kann auch eine Schlechtwetterperiode von einigen Tagen zu Beginn der Bestäubung den Erfolg der Voelkelschen Methode fraglich machen" (Schwerdtfeger).

Schwerdtfeger empfiehlt an Stelle des mehrfachen Befluges einen einmaligen Beflug mit einem stärkeren Arsenpräparat. Nach den Erfahrungen, die mit hochprozentigem Arsenstaub bezüglich der Nebenwirkungen auf Warmblüter gemacht wurden (s. oben), möchte ich aber diesem Vorschlag nicht das Wort reden.

In den letzten Jahren sind Tausende von Hektar sowohl in Deutschland (Mecklenburg, Hannover, Pommern, Sachsen) als auch in Polen mit Arsenstaub bekämpft worden, teils vom Flugzeug aus, teils mit Motorverstäuber. Ganz eindeutige volle Erfolge sind aber bis jetzt meines Wissens nur vereinzelt erzielt worden. Dagegen sind vielerorts zweifellos beachtenswerte Erfolge zu verzeichnen gewesen. Es sei hier das Urteil des Landforstmeisters A. von Bülow (1930) angeführt, das wohl für alle bisher ausgeführten Arsen-Spannerbekämpfungen mehr oder weniger gültig sein dürfte: „Mit dem Erfolg der Arsenbestäubung sind wir im großen und ganzen zufrieden. Wir wußten vorher, daß ein solcher Totalerfolg, wie bei der Bekämpfung der Nonne, unwahrscheinlich war. Aber was wir erhofften, haben wir auch erhalten. Die bestäubten Bestände sind grün geblieben und heben sich ange-

[1]) Nach Schotte (1930) gelangen bei Anwendung von 50 kg Meritol auf den Hektar bei idealer Verteilung etwa 800 Körnchen auf jede Nadel, von denen 2 bis 32 zur Abtötung der jungen Spannerraupe ausreichen.

nehm ab von den danebenliegenden, nicht bestäubten Beständen, die doch weit geringere Puppenmengen und weit geringere Eierzahlen hatten. Bestände, die heute absolut kahl sein müßten, sind so grün und frisch, daß man gar nicht glaubt, daß hier der Spanner mit 5000 bis 10000 Exemplaren pro Stamm vertreten war. Dazwischen sind natürlich kleine Partien nicht ganz so gut weggekommen. Aber gerettet sind alle Bestände, die wir im Sommer 1929 mit Arsen bestäubt haben[1]). Ein Unterschied ist allerdings zu spüren zwischen den zuerst bestäubten Beständen, die unter optimalsten Bedingungen behandelt wurden, und denen, wo Wetterlage und Raupengröße nicht mehr optimal waren. Daß bei jeder Bestäubung kleine Teilflächen weniger mit Arsenstaub versehen werden, ist ja selbstverständlich. Dies zeigt sich naturgemäß auch bei den später bestäubten Flächen, besonders bei den verregneten Flächen krasser[2])."

Bei der letzten pfälzischen Spannerkalamität (1926) wurde auch ein von Merck hergestelltes Kontaktgift „Rimex" zum Verstäuben verwandt. Die Erfolge waren nach Reißig (1927) derart, daß sich weitere Versuche in dieser Richtung lohnen dürften. Versuche mit einem neuen, von E. Merck herausgebrachten Kontaktgift (P. 27), das auf *Lophyrus*-Larven eine ausgezeichnete Wirkung ausübte, blieb auf Spannerraupen, wie Versuche in unserem Institut zeigten, ziemlich wirkungslos.

Ganz ausgezeichnete Erfolge scheint dagegen das Mercksche Kontaktgift „Forestit" zu zeitigen. In Mecklenburg wurden 1929 ca. 27 ha Spannerfläche damit bestäubt, und zwar mit 60 kg je Hektar. Schon nach zwei Stunden fand man tote Raupen, 24 Stunden später lagen sehr viele Raupen teils tot, teils sich krampfhaft krümmend, auf den Papieren. Nach 48 Stunden wurden auf den Papieren viele hunderte tote Raupen pro Quadratmeter gezählt. „Wir hatten den Eindruck," schreibt A. von Bülow, „daß der Versuch vollständig geglückt ist. Er hat eine vollständige Vernichtung des Spanners auf allen Stellen herbeigeführt, wo das Kontaktgift in ausreichender Menge hinkam[3])." Von Bülow spricht dann auch die Ansicht aus, daß die Zukunft der Spannerbekämpfung nicht beim Arsen liegt, sondern beim Kontaktgift, das unabhängig von der Freßlust viel schneller wirkt und auch wesentlich unabhängiger vom Wetter sei als die nur durch Aufnahme in den Darm wirkenden Arsenmittel. Siehe auch Meyer (1930).

In Gesellschaft mit dem gemeinen Kiefernspanner fressen mitunter noch

---

[1]) Bezüglich der Wirkung des Giftes auf die Nützlinge, vor allem die Parasiten des Spanners, sind Friederichs und Steiner (1930) zu dem Ergebnis gekommen, daß „weder Eiparasiten noch Raupenparasiten durch die einmaliger Begiftung eines Jahres in ihrer Existenz bedroht werden, so daß kein Grund vorliegt, ihretwegen bezüglich der Anwendung der Begiftung Bedenken zu hegen".

[2]) Während der Korrektur ist eine größere Arbeit von Borchers und May erschienen („Erfahrungen bei der Arsenbekämpfung des Kiefernspanners in biologischer und technischer Hinsicht." Fw. Ctrbl. 1930, Heft 16—18). Die zahlreichen Versuche und Beobachtungen der genannten Autoren bestätigen zum größten Teil die obigen Angaben. Vor allem legen auch sie größten Wert auf eine möglichst frühe Bestäubung, die die Eiräupchen erfaßt. Interessant ist die Feststellung, daß durch Feuchtigkeit die Fraßtätigkeit der Räupchen angeregt wird und damit auch die Wirkung der Bestäubung steigt.

[3]) Das Forestit wirkt allerdings nur auf die jüngsten Stadien, während es auf die älteren Stadien vom Dreihäuter aufwärts kaum mehr eine Wirkung ausübt (s. unten bei der Eule).

andere Spannerarten, die aber an Wichtigkeit hinter ihm bedeutend zurückstehen.

Es sind dies vor allem die folgenden zwei Arten.

Ellopia prosapiaria L. (= fasciaria Schiff.).

Der rote oder gebänderte Kiefernspanner.

Taf. VIII, Fig. 27.

Var. *prasinaria* Hb. (Taf. VIII, Fig. 28).

Es ist dies ein dem gemeinen Kiefernspanner an Größe annähernd gleichkommender Falter, welcher durch seine rötlichgraue oder lauchgrüne Grundfarbe leicht zu erkennen ist. Ebenso deutlich unterscheidet sich die rötliche Farbe der Eier und Raupen von der von *piniarius*.

Falter: Normale Färbung rötlich grau mit zwei schmalen, weißlichen, wurzelwärts rötlich angelegten Querstreifen auf den Vorderflügeln und einem solchen Querstreif auf den etwas helleren Hinterflügeln; var. *prasinaria* Hb. Flügel lauchgrün mit rötlichem Vorderrande und weißen Querstreifen, Mittelfeld meist etwas dunkler. Unterseite der Flügel einfarbig hell und ebenso wie Brust und Leib von der Grundfarbe der Flügel. ♂ mit lang doppelt gekämmten Fühlern. Flügelspannung 31—38 mm.

Eier etwas plattgedrückt, perlschnurartig gereiht an Nadeln und Zweigen, anfänglich grün, bald hellrot, vor dem Auskriechen rötlich braun (Borgmann, 1890).

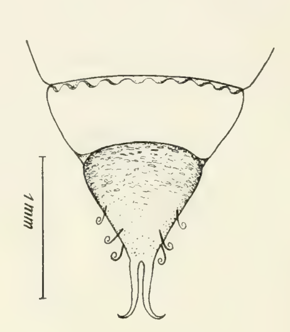
Raupe (Taf. IX, Fig. 10) deutlich 12füßig, aber das erste Afterfußpaar auf Ring 8 bedeutend kleiner als das zweite auf Ring 9. Färbung sehr veränderlich. Kopf gewöhnlich gelbbraun zu beiden Seiten des Stirndreieckes und vor demselben je ein weißer Fleck. Leib gelb- oder graubraun oder weißlichgrau. Bei gelbbraunem Grunde Rückenmitte mit dunkler, aus Flecken bestehender, also unterbrochener Linie, links und rechts davon eine weiße Fleckenbinde. Bei grauem Grunde mit einer gelblichen, mehr oder minder breiten, mitunter nur als Punkte wahrnehmbaren Längslinie zu beiden Seiten des Rückens, so daß eine braune Mittelbinde entsteht; in dieser noch auf jedem Ringe zwei dunklere, vorn und hinten etwas auseinanderweichende Linien, die den dunklen Rückenflecken der gelbbraunen Varietät entsprechen. Auf Ring 2 und 3 eine Querreihe von 4 je ein Haar tragenden Wärzchen, auf den Ringen 4—11 je zwei größere ein Haar tragende Warzen, die auf Ring 11 besonders hervortreten, außerdem noch einige kleinere Warzen, namentlich um jedes Luftloch drei solche. Die ganz jungen Räupchen rötlich. Länge ungefähr 25—30 mm.

Puppe ist ziemlich schlank gebaut (Abb. 456 A), der vordere Teil dunkelrotbraun, während das Abdomen etwas heller gefärbt ist. Die Länge desselben beträgt ca. 15 mm. Die ersten drei Abdominalsegmente sind unten mit einem dunkleren, nur beim 3. Segment etwas helleren Gürtel, von erhabenen, sehr feinen, gleichmäßig angeordneten Pünktchen umgeben. Besonders auffallend gestaltet ist der Cremaster (Abb. 456). Dieser läuft an der Spitze in zwei ziemlich kräftige, zuerst parallel laufende Dornen aus, die sich an den Enden zu gemskrückelartigen Haken nach außen biegen (Abb. 456 B). Mit diesen Haken hängt sich nach Nitsche die Puppe der Sommergeneration in ihrem Gespinst auf. Am Cremasterkörper selbst, der dunkel und im unteren Teil stark gerunzelt ist, sitzen jederseits drei, an den Spitzen stark spiralig eingedrehte kleine Häkchen. An den Seiten zeigt sich eine kräftige, leicht geschwungene Furche, der obere Teil dagegen ist glatt, etwas wulstig aufgetrieben und am Rande mehrmals fortlaufend eingebuchtet (Seiff).

Fraßpflanze der Raupe ist zunächst die gemeine Kiefer, es wird aber auch ebenso gern Fichte angenommen. Auch an Tanne (Bechstein, 1804, S. 610) und Wacholder ist sie gefunden. Die Angaben von Altum, die grüne var. *prasinaria* Hb. sei die Fichtenform, scheint nicht richtig zu sein, diese soll vielmehr eine montane Varietät sein (Borgmann, 1890, S. 144). Siehe auch S. 574.

Dieser gemeine Spanner, welcher mit Ausnahme der Polargegenden schon von Südlappland an durch ganz Europa bis Piemont und östlich über den Ural und Altai bis Sibirien verbreitet ist, gehört zu den Arten mit doppelter Generation und kann als Ei, Raupe oder Puppe überwintern, doch ist die Überwinterung der Raupe das gewöhnliche. Sie geht hierzu aber nicht in den Boden, sondern sitzt frei an den Zweigen, Ästen oder am Stamm (Borgmann, 1890)[1]. Die Verpuppung der Herbstgeneration erfolgt meist am Boden unter der Streudecke, die der Sommergeneration frei am Stamm oder





A B

Abb. 456. A Puppe von *Ellopia prosapiaria* L. (Ventralseite). B Cremasterkörper derselben (Dorsalseite). Nach Seiff.

zwischen den Nadeln in einem lockeren Gespinste hängend. Der Falter erscheint im späteren Frühjahre, legt seine Eier an Nadeln und Zweige, und die nunmehr auskommenden Sommerraupen liefern bereits im August neue Schmetterlinge, deren Nachkommen die Herbstraupen sind, welche als solche überwintern. Die Entwicklung verläuft also in der Regel nach der Bioformel:

$$\frac{56\text{—}67}{8^{a} + 8^{p}\left[\dfrac{8^{p} \quad - 9{,}5}{5 + 56}\right]}$$

Seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts, wo Hennert zuerst den Falter in die Forstentomologie einführte, erscheint er immer wieder einmal in den Büchern. Da Ratzeburg ihn nur kurz erwähnt, verschwand er allmählich aus der Literatur und taucht erst wieder auf, seitdem es 1875 in der preußischen Oberförsterei Borntuchen, Reg.-Bez. Köslin, auffiel, daß im Januar viele Raupen dieser Art auf dem Schnee lagen. Altum veranlaßte dieses Vorkommen, den „gebänderten Kiefernspanner" in seine „Forstzoologie" aufzunehmen. Nachdem Ende der 80er Jahre gelegentlich einer Kiefernspinnerkalamität wieder zahlreiche *prosapiaria*-Räupchen eingesandt wurden, hat sich Altum (1889) eingehender mit dieser Art beschäftigt. Des weiteren hat, durch Altums Mitteilungen veranlaßt, Borgmann (1890)

[1]) Borgmann führt auf diese Gewohnheit die geringere Vermehrung gegenüber dem gemeinen Kiefernspanner zurück.

einiges veröffentlicht, besonders über die Überwinterung der Raupen. Neuerdings hat endlich Seiff (1930) die Lebensweise, vor allem die Fraßgewohnheiten der Raupe, genauer beobachtet und eine Beschreibung darüber gegeben, die wir hier folgen lassen:

„Einige Tage, bevor das Räupchen das Ei verläßt, kann man dieses im Ei genau erkennen, sowohl die rötliche Farbe als auch die Zeichnung sind mit einer einigermaßen guten Lupe zu sehen. Ähnlich wie der Kiefernspanner verläßt auch das *prosapiaria*-Räupchen das Ei durch ein seitlich herausgefressenes Loch. Das Herausbeißen des Ausgangsloches erfolgt jedoch nicht ununterbrochen, sondern nach einigen Minuten Arbeit tritt eine kürzere oder auch stundenlange Pause ein, und erst nach dieser Zeit frißt das Räupchen an der Eischale weiter. Das vom Räupchen verlassene Ei ist hell perlmutterglänzend, durchsichtig und ist kaum mehr von den leeren Kiefernspannereiern zu unterscheiden. Nachdem das Räupchen ins Freie gelangt ist, werden die Eischalen nicht mehr berührt, sondern nach kurzer Zeit begeben sich die Tiere an die Nadeln und beginnen zu fressen. Dabei werden ganz entschieden die alten Nadeln bevorzugt und, solange solche vorhanden sind, die Nadeln der heurigen Triebe kaum angenommen.

„Das Eiräupchen ist nach dem Ausschlüpfen 2,5 mm lang, erreicht aber schon nach einigen Tagen eine Länge von 3—3,5 mm. Die Kopfbreite beträgt 0,55 mm, so daß der Kopf des jungen Räupchens ziemlich groß erscheint (Abb. 457 A). Die Hautfarbe dieser Räupchen ist ein gelbliches Rot, welches sich über den Rücken und die Seiten hinzieht. Den Rücken entlang laufen zwei kräftige, grünlichgelbe Längsstreifen, desgleichen ein solcher an jeder Seite; dieser ist jedoch bedeutend feiner und des öfteren etwas verwaschen. So wie die Längsstreifen ist auch die Bauchseite gefärbt. Der Kopf ist gelblichbraun mit einigen hellen Flecken an der Stirn und mit wenigen einzelnen Haaren besetzt. Die Ocellen sind schwarz. Jedes Segment trägt am Rücken 4 und an den Seiten je 3 helle, kleine Wärzchen, die mit einem kräftigen, schwarzen Haar versehen sind. Die Brustbeine sowie die Bauchfüße sind grünlichgelb, die Nachschieber dagegen ein klein wenig dunkler.

„Die Raupe gehört, wie schon gesagt, zu den 12füßigen Spannerraupen; schon bei dem Eiräupchen ist das kürzere Bauchfußpaar am 8. Segment leicht angedeutet, aber dennoch sicher festzustellen. Weder bei der Eiraupe noch in älteren Stadien wird dieses kürzere Bauchfußpaar bei der Fortbewegung benützt. In der Ruhe ist das Eiräupchen ausgestreckt und sitzt auch mit den Brustbeinen an der Nadel. Bei leichter Berührung des Räupchens mit einem Pinsel nimmt dieses auf kurze Zeit eine Schreckstellung ein. Es sitzt dann mit Nachschieber und Bauchfüßen an der Nadel, der Körper wird katzenbuckelartig gewölbt und ist vorn etwas nach aufwärts gehoben, aber schon nach einigen Sekunden streckt das Räupchen den Körper und setzt sich wieder mit den Brustbeinen an die Nadel. Die späteren Stadien schlagen bei einem Reiz ein- oder zweimal nach rückwärts oder seitwärts, nehmen dann die typische Spannerstellung ein, d. h. sie setzen Brust- und Bauchfüße nah zusammen, so daß der Körper hoch gewölbt ist; nach ganz kurzer Zeit setzen sie sich wieder ausgestreckt zur Ruhe. Die Eiräupchen können spinnen, machen aber sehr wenig Gebrauch davon, auch sind sie sehr beweglich und lebhaft, besonders wenn sie eine für sie entsprechende Fraßstelle suchen.

„Der Fraß des *prosapiaria*-Eiräupchens unterscheidet sich wesentlich von dem des Kiefernspanner-Eiräupchens. Man kann den Fraß des ersteren als einen Plätzfraß an den Nadelflächen bezeichnen. Es werden die Nadeln ganz wahllos an der Ober- wie an der Unterseite angegriffen, in der Nähe der Spitze wie auch bei den Nadelscheiden, desgleichen in der Mitte der Nadelfläche oder nahe am Nadelrand. Das Räupchen frißt zuerst eine ganz kurze Rinne, die aber bald erweitert und dann wieder verlängert wird. Dieses Manöver wird fortgesetzt, bis schließlich eine Fläche von 1—5 mm Länge und 1—2 mm Breite befressen ist. Für gewöhnlich sind die Flächen meist mehr lang als breit, die Fraßränder sehr unregelmäßig, so daß das Fraßbild bald breiter und dann wieder schmäler wird (Abb. 457 A u. B). Ist der Fraß

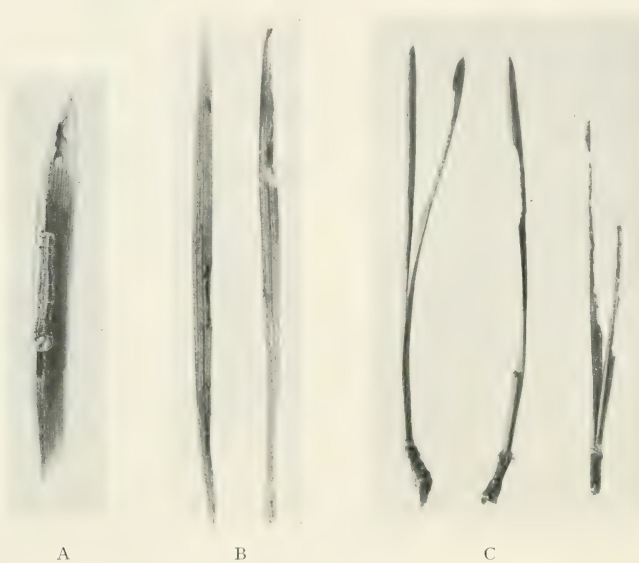


Abb. 457. A Eiräupchen von *Ellopia prosapiaria* L. an einer Kiefernnadel fressend, B Kiefernnadeln mit dem Anfangsfraß des Eiräupchens, C Schartenfraß der älteren Raupen. Nach Seiff.

in der Mitte der Nadelfläche, so erreicht die Tiefe desselben kaum die Querschnittmitte der Nadel; in der Nähe der Nadelränder jedoch frißt das Räupchen fast bis zur gegenüberliegenden Epidermis in die Nadel hinein.

„Der Fraß des Einhäuters wird nun schon dem des gemeinen Kiefernspanners ähnlich. Die Raupen greifen jetzt die Nadeln von der Seite an, jedoch wird nur die Spitzenhälfte derselben befressen. Nicht nur die eine, sondern beide Seiten können angenommen werden; letzteres besonders, wenn aus irgendeinem Grund einmal etwas Futtermangel eingetreten war. Da der Fraß nicht bis zur Längsmitte der Nadel reicht, so bleiben die oberen Nadelreste stehen, und man hat das gleiche Bild wie beim Naschfraß

des Kiefernspanners. Die Fraßränder sind stets schartig und uneben. Die Länge dieses Fraßes ist sehr verschieden; oft ist nur von der Spitze aus ein kurzes Stück nach abwärts befressen, manchmal aber geht derselbe ununterbrochen bis fast zur Nadelhälfte; weiter nach unten befrißt der Einhäuter die Nadeln nicht, doch kommt es seltener vor, daß das Räupchen zuerst nahe der Nadelspitze einen kurzen Fraß macht, nun ein kurzes Stück der Nadel nicht annimmt und dann etwas weiter unten weiterfrißt, so daß zwischen zwei Fraßstellen an einer Nadelseite ein unberührtes Stück zu sehen ist.

„Die weiteren Stadien befressen die Nadeln bedeutend stärker, doch stets in der gleichen Weise wie der gemeine Kiefernspanner. Die Nadeln sind nicht nur seitlich leicht benagt, sondern der Fraß geht weit über die Längsmitte derselben. Öfter wird die Nadel so weit durchgefressen, daß der obere Teil herabfällt, so daß abgebissene Nadelreste am Boden liegen. Auch geht der Fraß bis weit über die Nadelhälfte herunter, doch niemals bis in die Nadelscheiden; ca. 1 cm über denselben bleiben die Nadelstümpfe unberührt. Manche Nadeln werden von den größeren Raupen bis zum untersten Drittel ganz gefressen, auch wenn noch genügend andere ganze Nadeln zur Verfügung standen; doch ist diese Fraßart seltener zu beobachten. Wir können im Fraß dieser Raupen alle Formen beobachten, die wir beim Kiefernspanner antreffen. Die Abb. 457 C zeigt einige, von erwachsenen Raupen mehr oder weniger stark befressene Nadeln.

„Die älteren Raupen fressen nur des Nachts, während sie tagsüber in der erwähnten Ruhestellung unbeweglich an der Nadel sitzen; lediglich die Eiraupen konnten auch bei Tag beim Fraß beobachtet werden.

„Der Kot der *prosapiaria*-Raupen ist ebenfalls dem der Kiefernspannerraupen sehr ähnlich. Er besteht in der Hauptsache aus deutlich erkennbaren Nadelresten, die zu kleinen, unregelmäßigen, eckigen Klümpchen zusammengeklebt sind. Die Größe jedes Stückchens (erwachsene Raupe) schwankt zwischen 0,75—1,5 mm in der Länge und etwa in derselben oder etwas geringeren Breite und Höhe. Die Farbe bleibt auch nach dem Trocknen grün.

„Am 3. Februar hat sich nun die erste Raupe eingesponnen. Dieselbe umzog einige am Boden liegende Nadeln und Kot mit ihren Fäden, und unter diesem Gespinst (Abb. 458), das ziemlich locker war und durch das man auch die Raupe beobachten konnte, blieb die Raupe zunächst ruhig sitzen. Die geringste Berührung des Gespinstes jedoch beantwortete die Raupe mit nervösen, schlagenden Bewegungen. Nach 9 Tagen, also am 11. Februar, lag des Morgens die Puppe statt der Raupe im Gespinst, welche die gleichen Bewegungen wie die Raupe nach einer Berührung machte, vielleicht sogar in noch größerem Maße. Als zum Zweck der genaueren Besichtigung die Puppe aus dem Gespinst herausgenommen und auf den Tisch



Abb. 458. Verpuppungsgespinst von *Ellopia prosapiaria* L. Nach Seiff.

auf Löschpapier gelegt wurde, schlug diese so kräftig und rasch mit dem Abdomen, daß sie dadurch 4—5 cm von der Stelle rollte. Der gleiche Vorgang zeigte sich bei jeder leichten Berührung der nackten Puppe mit einem Haarpinsel."

Die forstliche Bedeutung des „gebänderten Kiefernspanners" besteht nach den bisherigen Erfahrungen nur darin, daß er häufig in größerer Zahl mit dem gemeinen Kiefernspanner (und auch dem Spinner) auftritt und so zur Verstärkung des Schadens beiträgt. Das Vorkommen an anderen Nadelholzarten (Fichte usw.) scheint ohne jede praktische Bedeutung zu sein.

Die Ansicht, daß die auf Fichte (und Tanne) lebende Raupe stets den grünen Falter (var. *prasinaria* Hb.) ergeben soll, ist, wie oben schon betont, nicht zutreffend. Können doch aus den Eiern eines Weibchens beide Formen gezogen werden. Wehrli (Mitt. d. Münchener Ent. Ges. 1929. S. 317) hat in den Pyrenäen in den geschlossenen Föhrenbeständen ausschließlich die var. *prasinaria* Hb. gefangen, und Heydemann berichtet das gleiche von der Nordseeinsel Amrum (a. a. O. 1930, S. 96).

Semiothisa liturata Cl.

Taf. VIII, Fig. 15.

Der veilgraue Kiefernspanner.

Ratzeburg: *Phalaena, Geometra (Ennomos) lituraria* L., veilgrauer Kiefernspanner. — Judeich-Nitsche: *Geometra (Macaria* Curt.) *liturata* Cl. (*lituraria* Hb.). — Wolff-Krauße: *Macaria liturata* Clerck.

Die Gattung *Semiothisa* Hb. läßt sich folgendermaßen charakterisieren (Spuler): Fühler der ♂ borstenförmig, gewimpert oder sägezähnig. Palpen schräg aufgebogen, etwas über die Stirne vortretend. Hinterschienen mit 2 Paar Sporen. Vorderflügel beim ♂ mit einer Basalgrube, Ader cu_1 entspringt aus dem unteren Zellenwinkel, r_3, r_4 und r_5 gestielt, r_2 und sc verlaufen frei. Hinterflügel auf Ader m_3 geeckt. Ader cu_1 aus dem unteren Zellenwinkel (Abb. 459).

Der Falter ist an seiner veilgrauen Färbung, die wie *piniarius* grüne und hellgestreifte Raupe an ihrem roten Kopf leicht zu erkennen.

Falter: Vorderflügel unter der Spitze seicht ausgeschnitten; Hinterflügel mit vorspringendem Zahn auf Ader m_3. Grundfarbe der Flügel veilgrau (Taf. VIII, Fig. 15). Die Querstreifen und der halbe Querstreifen höchstens durch dunkle Punkte angedeutet, die zunächst dem gelblichen Vorderrande der Vorderflügel am deutlichsten sind. Gewässerte Binde nicht sehr scharf ausgeprägt, rostgelb, an dem Vorderrande außen mit einem dunkelbraunen, wurzelwärts verlöschenden Flecke bebeginnend. Fransen mit dunklerer Randlinie und dunkleren Flecken an den Adern. Kopf und Halskragen rostgelb. Fühler des ♂ nur ganz kurz doppelt gesägt, Hinterschienen verdickt, mit Haarpinsel. Länge ungefähr 12—15 mm, Flügelspannung 25—33 mm.

Raupe (Taf. IX, Fig. 15) 10 füßig, Kopf rotbraun, mit hellgrünlichem Stirndreieck. Grundfarbe des Leibes gelbgrünlich mit dunkelgrüner, schmaler Rückenbinde und jederseits zwei weißlichen Längsbinden, einer oberen und einer durch die Luftlöcher gehenden. Zwischen je zweien dieser 5 stärkeren Längszeichnungen immer 2 feine, dunkelgrüne Linien. Unterhalb der Binde durch die Luftlöcher jederseits drei dunkelgrüne, feine Linien und in der Mitte der Bauchseite ein grüngelbes Mittelband. Brustfüße braun chitinisiert. Länge bis 30 mm.

Puppe braun, schlank, mit einem höckerigen, mit einer stumpfgabeligen Spitze besetzten Aftergriffel.

Dieser an Größe den Kiefernspanner nicht ganz erreichende Falter ist durch ganz Mittel- und Südeuropa bis Spanien, Südrußland, Armenien und Sibirien verbreitet.

Über seine Lebensweise herrscht keine Einstimmigkeit bei den ver-

schiedenen Autoren. Ratzeburg (S. 186) gibt an, daß er genau wie der gemeine Kiefernspanner lebt. Dagegen stimmen Wilde, A. Speyer und Borgmann überein, daß er eine doppelte Generation habe und der Falter im Mai und Juli fliege. Auf jeden Fall scheint die Puppe zu überwintern. Genauere Angaben über Fraß usf. fehlen vorläufig, und wir können nur die Angaben von Ratzeburg wiederholen, „daß bei einem ziemlich bedeutenden Spannerfraße in den Jahren 1837 und 1838 fast die Hälfte oder wenigstens ein Drittel" der Raupen dieser Art angehörte.

Als Parasiten zog Ratzeburg sehr häufig *Ichneumon nigritarius* Grav., der ja auch beim *Bupalus piniarius* L. der wichtigste Parasit ist.

* * *

Als Anhang zu den verschiedenen Kiefernspannern sei der Heidekrautspanner *Hematurga atomaria* L. erwähnt, der mit jenen insofern zusammenhängt, als er häufig in großer Zahl in den gleichen Waldtypen auftritt und sodann dadurch, daß er vielfach von den gleichen Parasiten wie jene befallen wird und so für manche Schlupfwespen der letzteren als Zwischenwirt dienen und überhaupt eine ergiebige Parasitenquelle darstellen kann (s. oben S. 528).

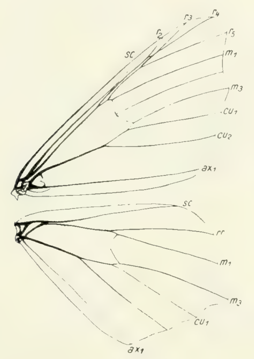


Abb. 459. Flügelgeäder von *Semiothisa* Hb.

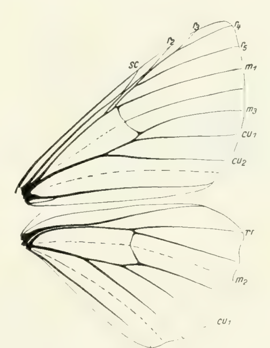


Abb. 460. Flügelgeäder von *Hematurga atomaria* L.

Hematurga atomaria L.

Taf. VIII, Fig. 13 und 14.

Der Heidekrautspanner.

Die Gattung *Hematurga* Led. steht der Gattung *Bupalus* Leach nahe, doch fehlt die nackte Basalgrube der Vorderflügel beim ♂ (s. oben S. 463). Die Palpen sind grobborstig. Der Rüssel stark. Flügelgeäder ähnlich wie bei *Bupalus;* im Vorderflügel fehlt r_1, dafür sind r_2 und *sc* durch einen Schrägast verbunden. Im Hinterflügel verläuft *sc* eine längere Strecke, bis über die Mitte, parallel mit dem Zellvorderrand (Abb. 460).

Die einzige Art dieser Gattung, *atomaria* L., ist an ihrer Färbung leicht zu erkennen: Flügel beim ♂ ockergelb, beim ♀ weißlich mit brauner Sprenkelung, Vorderflügel mit 3, Hinterflügel mit 2 braunen Querbinden, Fransen braun, hell gescheckt (Abb. 461). Spannweite 25—30 mm.

Raupe (Taf. IX, Fig. 25) gelbbraun oder braun, meist mit einer in Flecke aufgelösten dunklen Rückenlinie und hellgelben Seitenstreifen.

Puppe durch den langen, dünnen, am Ende gegabelten Kremaster unschwer von der Kiefernspannerpuppe zu unterscheiden (s. oben S. 468).

Der Falter fliegt bei Tage. Zwei Generationen; Flugzeit im April/Mai und im August/September. Raupe lebt hauptsächlich auf Heidekraut, dann auch auf Hauhechel *(Ononis)*, Ampfer *(Rumex)*, Besenginster usw.

Über die Parasiten des Heidekrautspanners und seine Bedeutung für die Kiefernspanner-Gradationen siehe oben S. 528.

* * *

Zapfenschädlinge.

Als Zapfenschädlinge treten in Nadelwäldern auf:

Eupithecia abietaria Goeze (Taf. VIII, 17) und strobilata Hb.[1]).

Die Zapfenspanner.

Eup. strobilata Hb. wird mehrfach von Ratzeburg erwähnt, zuerst in den „Forstinsekten" (S. 188), wo sie auch als Zapfenschädling genannt wird (nach einer Beobachtung De Geers, der „sie zu Ende Juli in den noch





A B

Abb. 461. *Hematurga atomaria* L. (Heidekrautspanner). A Männchen, B Weibchen. $1^1/_2\times$.

grünen Tannenzapfen — wahrscheinlich ist die Fichte gemeint — fand, welche eine Öffnung zum Hinausschaffen des Kotes haben"), sodann noch einmal in der „Waldverderbnis", wo er an der Richtigkeit der De Geerschen Beobachtung zweifelhaft wird und als Hauptfraßort nur die Chermesgallen angibt.

Daß die De Geersche Beobachtung aber dennoch richtig war, wird durch die neuen eingehenden Untersuchungen des schwedischen Entomologen Spessivtseff bestätigt.

Die Gattung *Eupithecia* Curt., die zu den Larentiinen gehörig ist, enthält zahlreiche Arten meist kleiner Spanner, deren Unterscheidung oft große Schwierigkeiten macht. Als Gattungsmerkmale führt Spuler an: die ♂ Fühler gewimpert. Palpen gut entwickelt, das rauh beschuppte Gesicht überragend. Ader cu_1 der Vorderflügel nahe dem unteren Zellwinkel entspringend, m_2 aus der Mitte des Querastes, r_2 anastomisiert mit r_3 bis r_5. Auch an den Hinterflügeln entspringt Ader cu_1 nahe dem Zellwinkel, m_2 aus der Mitte des Querastes, m_1 und rr sind in wechselnder Länge gestielt.

---

[1]) Als Synonyme kommen folgende Namen in Betracht: *Eupithecia abietaria* Goeze 1781 = *pini* Retz. 1783 = *strobilata* Bkh. 1794 = *togata* Hb. 1796; *Eup. strobilata* Hb. 1796 = *bilunulata* Zett. 1840.



Geometriden ⟨Spanner⟩

1–8 Bup. piniarius *L.* ♂. 9–12 Bup. piniarius *L.* ♀. 13 Hematurga atomaria *L.* ♂. 14 Hematurga atomaria *L.* ♀. 15 Semiothisa liturata *Cl.* 16 Semiothisa signaria *Hb.* 17 Eupithecia abietaria *Goez.* 18 Selenia bilunaria *Esp* 19 Selenia tetralunaria *Hfn.* 20 Biston hirtaria *Cl.* 21 Hibernia aurantiaria *Hb.* 22 Hibernia defoliaria *L.* ♀. 23 Hibernia defoliaria *L.* ♂. 24 Himera pennaria *L.* 25 Boarmia ribeata *Cl.* 26 Boarmia secundaria *Esp.* 27 Ellopia prosapiaria *L.* 28 Ellopia prasinaria *Hb.* 3/4 nat. Größe.

Die Eupithecien-Raupen führen eine recht verschiedene Lebensweise, was sich auch in der Gestalt ausprägt. Leben sie frei, so sind sie schlank gebaut, leben sie jedoch verborgen oder gar im Innern von Blütenständen, Zapfen usw., so werden sie kurz und gedrungen und nehmen bisweilen sogar einen kriechenden Gang an (an Stelle des „spannenden“).

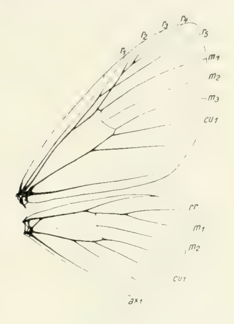


Abb. 462. Flügelgeäder von *Eupithecia* Curt.



Abb. 463. *Eupithecia abietaria* Goeze. Nach Spessivtseff. 2×.

Die beiden Arten sind als Imago kaum voneinander zu unterscheiden. Sie sind beide von kleiner Gestalt (Spannweite 20—22 mm). Vorderflügel hellgrau mit großem, schwarzem Mittelfleck; Mittelfeld von bräunlich roten Querbinden eingefaßt, Wellenlinie hell gezackt. Hinterflügel bräunlichgrau mit zwei dunklen Querlinien. Ein gutes Unterscheidungsmerkmal der beiden Arten sind die Palpen, die bei



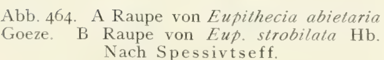


Abb. 464. A Raupe von *Eupithecia abietaria* Goeze. B Raupe von *Eup. strobilata* Hb. Nach Spessivtseff.

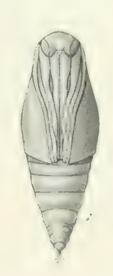


Abb. 465. Puppe von *Eupithecia abietaria* Goeze. Nach Spessivtseff.

abietaria kurz sind und den Kopf nur wenig überragen, bei *strobilata* dagegen lang und den Kopf weit überragen. Außerdem existieren noch wesentliche Unterschiede im Bau der Bursa copulatrix.

Die Puppen unterscheiden sich kaum voneinander. Sie sind braungelb, fast nackt, mit selbst unter dem Mikroskop kaum bemerkbaren sparsamen kurzen Haaren. Auf dem vorletzten Abdominalsegment tragen sie 5 Paar hakenförmige Borsten (Abb. 465).

Die Raupen (Taf. IX, Fig. 5 und Abb. 464 A und B) unterscheiden sich voneinander durch folgende Merkmale: 1. Bei *abietaria* ist der Rücken schmutzigfleischrot ohne Zeichnung, die Bauchseite schmutzig-weiß; bei *strobilata* ist die Raupe von derselben Farbe, aber auf dem Rücken finden sich 5 helle Längsstreifen. 2. Bei *abietaria* sind Kopf, Prothorax- und Analschild dunkelbraun, fast schwarz; bei *strobilata* sind sie braungelb. 3. Bei *abietaria* stehen auf dem Analschild 5 Paar Borsten, bei *strobilata* dagegen 4 Paar. 4. Bei *abietaria* ist die Haut an der Basis jeder Borste dunkel, fast schwarz gefärbt; bei *strobilata* fehlen diese dunklen Flecke. 5. Bei *abietaria* wird die Raupe etwa 15 mm, bei *strobilata* nur 12 mm lang.

Die Biologie der beiden Arten wurde von Spessivtseff eingehend studiert, und zwar anläßlich eines Massenauftretens derselben im Jahre 1924

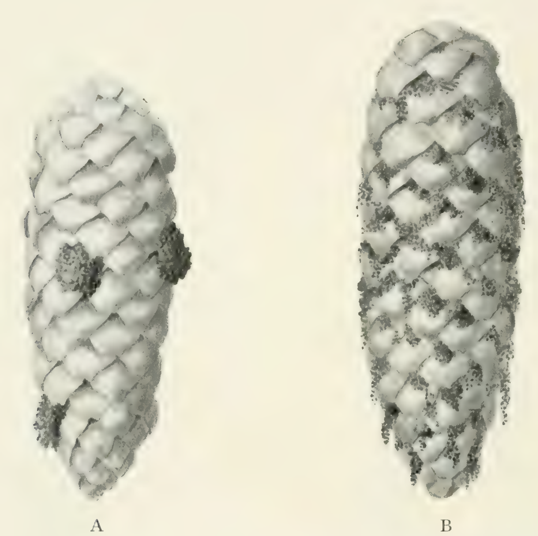


Abb. 466. Fichtenzapfen: A von *Eupithecia abietaria* Goeze (nur wenig Kothäufchen), B von *Eupithecia strobilata* Hb. (zahlreiche Kothäufchen) befallen. Nach Spessivtseff.

im Versuchspark von Siljansfors, der in der schwedischen Provinz Darlekarlien liegt. Sein Bericht hierüber sei im folgenden wörtlich wiedergegeben:

Eupithecia strobilata Hb. Ende Juli war fast an jeder Fichte ein Teil der jungen Zapfen durch Raupen von *strobilata* beschädigt. Derartige Zapfen zeigten einen Belag von braunroten Körnern, den Exkrementen der Larven, wodurch sie leicht von gesunden zu unterscheiden waren. Im Anfang waren die kleinen Exkrementkörnchen in regelmäßigen Halbkreisen längs den Rändern der meisten Schuppen angeordnet, mit dem Wachstum der Raupen aber bedeckten sie nach und nach fast die ganze Oberfläche des Zapfens mehr oder weniger gleichmäßig (Abb. 466 B). Ein jeder angegriffene Zapfen enthielt 20—30 Raupen.

Nach den eben beginnenden Fraßspuren junger Raupen zu urteilen, legt der Falter je ein Ei auf jede Schuppe. Die aus dem Ei ausschlüpfende Raupe benagt auf der äußeren Oberfläche der Schuppe eine Stelle von unregelmäßiger Form. Nachdem sie sich hier gehäutet, durchnagt sie die erste Schuppe, um zur zweiten zu gelangen, die sie in eben derselben Weise benagt. Hier zu einer bedeutenden Größe herangewachsen, geht sie auf die nächsten Schuppen über, welche sie in der auf Abb. 467 dargestellten Weise befrißt. Die herangewachsene Raupe nährt sich hauptsächlich von den saftigeren und dickeren Basalteilen der Schuppen, die sie nicht selten ganz auffrißt. Wenn sie dabei saftigen Samen begegnet, werden auch diese gefressen, jedoch nur so nebenbei. Schließlich trocknet der befallene Zapfen rasch ein und fällt meistens ab, ohne daß die Samen zur Reife kommen.

Die Raupen wachsen sehr schnell, und ungefähr ein Monat nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei erreichen sie ihre volle Größe. Die ersten Puppen zeigen sich schon Mitte August, wenn auch die Massenverpuppung erst von Ende August bis Mitte September stattfindet. Die Verpuppung geschieht in

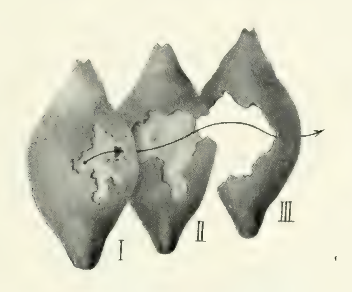


Abb. 467. Drei Fichtenzapfenschuppen, von einer jungen Raupe von *Eupith. strobilata* Hb. befressen. Nach Spessivtseff.

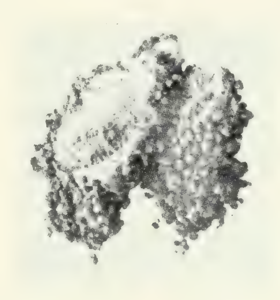


Abb. 468. Zwei Puppenkokons von *Eupithecia strobilata* Hb. Nach Spessivtseff.

einem lockeren Kokon, bedeckt mit den Exkrementkörnern der Raupe (Abb. 468) und meist außerhalb des Zapfens. Indessen ist es bisweilen gelungen, Puppen zwischen den Schuppen solcher Zapfen zu finden, die aus irgendwelchem Grunde am Baume hängen geblieben waren.

In der entomologischen Literatur finden sich Hinweise darauf, daß diese Art ihre Eier auf die Gallen von *Chermes*-Arten abgelegt und nur in seltenen Fällen sich der Fichtenzapfen bedient. Die Beobachtungen Spesivtseffs bestätigen diese Angabe nicht. Obgleich in Siljansfors nicht selten Gallen mit Raupen von *strobilata* vorkommen, so war doch die Zahl dieser Gallen sehr unbedeutend im Vergleich mit den angegriffenen Zapfen. In einer solchen Galle fanden sich nur 2—4 Raupen, und diese waren älter als die Raupen in den Zapfen. Augenscheinlich legten die ersten schwärmenden Falter ihre Eier auf Gallen, und erst später erscheinende wählten zu diesem Zweck Zapfen. Die Verpuppung geschah außerhalb der Galle, nicht selten in ihrer unmittelbaren Nähe am Zweige.

Eupithecia abietaria Goeze. Diese Art beginnt zu schwärmen und Eier zu

legen etwa 7—10 Tage später als die vorige. Erst gegen Ende Juli und Anfang August wurden Zapfen gefunden, die von diesem Schmetterling angegriffen waren. In jedem solchen Zapfen konnten gewöhnlich 2—4 Raupen gefunden werden. Entsprechend dieser Zahl fanden sich auf der Oberfläche des Zapfens die Exkremente nur in 2—4 Häufchen (Abb. 466 A). Diese Häufchen erreichen selbst bei erwachsenen Raupen keine bedeutende Größe und unterscheiden sich hierdurch von den großen Exkrementhaufen der Raupen von *Dioryctria abietella* Schiff. Die durch die Raupen den unreifen Fichtenzapfen zugefügte Beschädigung trägt denselben Charakter wie bei der vorigen Art, jedoch mit dem Unterschied, daß die junge Raupe sich nicht lange auf der Oberfläche der zuerst angegriffenen Schuppe aufhält, sondern bald nach dem Verlassen des Eies sich in die 2. und 3. unter der ersten liegenden Schuppe hindurchnagt.

Die Verpuppung geschieht wie bei der vorigen Art in einem lockeren Kokon, bisweilen im Zapfen, sonst außerhalb desselben, und beginnt etwa $1^1/_2$ Wochen später. Während des ganzen Septembers finden sich in den kranken Zapfen hauptsächlich Raupen. Hinsichtlich der Dauer des Puppenstadiums bei *abietaria* sind schon früher Beobachtungen gemacht worden. 1921 erhielt die schwedische forstliche Versuchsanstalt aus verschiedenen Gegenden in Schweden junge Fichtenzapfen zu näherer Untersuchung, die im Laufe des Septembers von den Bäumen gepflückt waren. Aus vielen dieser Zapfen gelang es, Raupen von *abietaria* zu ziehen und sie bis zur Verpuppung zu halten. Die Puppen wurden in offenen Insektarien im Garten der Versuchsanstalt untergebracht. Erst nach zwei Jahren schlüpften aus ihnen die ersten Falter von *abietaria* aus.

Beide Arten sind in Europa, im europäischen Rußland und im östlichen Sibirien im Bereich der Fichtenwälder sehr verbreitet.

Die von den Raupen von *abietaria* und *strobilata* angegriffenen Zapfen vertrocknen vor der Reife und fallen meistens ab. Ihre Samen, auch wenn sie nicht von den Raupen gefressen werden, werden nicht reif und verlieren die Keimkraft. Es ist schwer zu entscheiden, welche von beiden Arten den Waldbau mehr schädigt, weil eine Zählung der angegriffenen und beschädigt abgefallenen Zapfen nicht tunlich ist und in den infizierten Zapfen gewöhnlich Raupen beider Arten sich vorfinden.

Wenn trotz der forstlichen Bedeutung, die *Eupithecia abietaria* Goeze und *strobilata* Hb. nach diesen Untersuchungen Spessivtseffs haben, die beiden Arten bisher in der forstentomologischen Literatur so wenig Berücksichtigung gefunden haben, so liegt der Hauptgrund wohl darin, daß man bisher den von ihnen den Zapfen zugefügten Schaden gewöhnlich ohne weiteres dem Zapfenzünsler *Dioryctria abietella* Schiff. zugeschrieben hat, dessen Biologie ja auch in vieler Hinsicht derjenigen der beiden erwähnten *Eupithecia*-Arten ähnelt (s. oben S. 440).

* * *

Weitere Nadelholzspanner ohne größere forstliche Bedeutung.

Wenn ich im folgenden noch eine Reihe forstlich unbedeutender Spanner anführe, so geschieht dies deshalb, weil dieselben bisweilen die Aufmerksamkeit des Forstmannes erregen, vor allem wenn die eine oder andere Art einmal etwas häufiger auftritt. Zu merklichen Schäden ist es bis jetzt noch bei keiner der folgenden Arten gekommen.

Larentia variata Schiff. und var. **obeliscata Hb.**

Ratzeburg: *Phalaena, Geometra (Chesias) fulvata* F. (*obeliscata* Hb., *pinetata* Bkh.).

F a l t e r: Vorderflügel sehr veränderlich (daher der Name *variata*), hell bis dunkel aschgrau, mit 3 hellen Querlinien; Wurzel und Mittelfeld dunkelgrau. Wellenlinie hell beschattet. Hinterflügel hellgrau, mit undeutlicher Schattenbinde. Flügelgeäder siehe Abb. 404 B, S. 458. Spannweite 26—32 mm.

R a u p e: Schmutziggrün, mit dunkler (brauner), weiß gesäumter Mittellinie und breiten weißen seitlichen Linien. Stigmenlinie schmal weiß. Auch mit schmaler weißer Mittellinie.

P u p p e: Nach S p u l e r „grün mit weißen Seitenlinien, glatt, Cremaster kurz kegelig, mit einem Büschel von Häkchen an der Spitze und mit einem Kranz von 6 unterhalb derselben. Verpuppung in der Erde."

„Lebt im April und Juli auf Fichten und Föhren (var. *obeliscata* Hb.)" (S p u l e r). „Raupen manchmal recht häufig, ohne jedoch merklichen Schaden zu tun" (R a t z e b u r g, F. 187).

Larentia juniperata L.

F a l t e r: Den grauen Stücken der vorigen Art *(variata)* sehr ähnlich, aber kleiner. Spannweite 23 mm. Die Mittelbinde ist oft vor dem Innenrande unterbrochen und ihre Zacken ändern vielfältig ab (Abb. 469 A).

R a u p e (Taf. IX, Fig. 4): Grün, mit dunkler, weiß gesäumter Rückenlinie, Seiten und Stigmenlinien zitronengelb, letztere oben breit graurot gesäumt. Bauchfüße mit ziemlich langen Horizontalfortsätzen.

P u p p e: Schlank, graubraun oder grünlich, Cremaster kurz, kegelförmig, mit 6 büschelig stehenden, am Ende stark umgebogenen Häkchen. Verpuppung in leichtem Gespinst zwischen den Nadeln der Futterpflanze.





A B

Abb. 469. A *Larentia juniperata* L., B *Eupithecia pusillata* Schiff. 2 ×.

Lebt nach S p u l e r im Juni und August auf W a c h o l d e r, nach R a t z e b u r g „im September, Oktober auf W a c h o l d e r und K i e f e r n". „Soll nach Z i n k e (D. Besorgte Forstm., S. 192) auch auf Rottannen leben und junge Triebe zerstören" (R a t z e b u r g, F. 187).

An W a c h o l d e r kommt außerdem noch die nahverwandte *Larentia cognata* Thunb. vor, die sowohl in der Färbung und Zeichnung des Falters, als auch in der Färbung der Raupe der *juniperata* L. sehr ähnlich ist. Verpuppung am Boden zwischen Moos oder abgefallenen Nadeln der Futterpflanze. „Puppe glatt, dunkel grasgrün mit helleren Segmenten, das vorletzte oben mit einer Reihe brauner, stumpfer Zähne. Cremaster walzig, gekörnt, braun mit gebüschelten End- und je 2 seitlichen Häkchen."

Eupithecia (Tephroclystia) lariciata Freyer, pusillata Schiff., indigata Hb. und lanceata Hb.

Die hier genannten *Eupithecia*-Arten, die zu den kleinsten Spannern (von ca. 20 mm Spannweite) gehören, sind ausgesprochene Nadelholztiere.

***E. lariciata* Freyer:** Raupe grün oder braun mit dunkler Rückenlinie, gelben Subdorsalen und ebensolchen breiten Seitenstreifen, lebt im August auf Lärche und Wacholder.

***E. pusillata* Schiff.:** Falter siehe Abb. 469 B. Raupe mit verdickten Thoraxsegmenten, braungelb mit dunkler Rückenlinie, — lebt im Juli, August auf Fichten, Lärchen und anderem Nadelholz.

***E. indigata* Hb.:** Raupe schlank, gelblich bräunlich mit rotbrauner Rückenlinie, hellgelben Subdorsalen und ebensolchen Seitenstreifen — lebt bis August auf Kiefern (erst in den Blüten, dann an den Nadeln), auch auf Lärchen.

***E. lanceata* Hb.:** Raupe sehr schlank, ockerfarben bis schwärzlichbraun, mit dunkler Rückenlinie mit rötlichen feinen Subdorsalen (Taf. IX, Fig. 6). „Eine sehr charakteristische Nadelholzart, die im Mai und Juni fliegt." Raupe im Juni an den frischen Trieben der Fichte, seltener auf Tanne oder Lärche.

Semiothisa signaria Hb.

Taf. VIII, Fig. 16.

Falter: Wesentlich kleiner (Spannweite 25 mm) als *S. liturata* Cl. (s. oben S. 574), sonst dieser nahestehend. Flügel grauweiß mit brauner Bestäubung, Vorderflügel mit 3 grauen, dunkel beschatteten Querstreifen, die von dunkelgrauen Flecken am Vorderrand ausgehen. Das Eck der Hinterflügel kurz, die Spitze nur wenig hervortretend.

Raupe grün mit weißlichen Rückenlinien und breiten, weißen, gelb gefleckten Seitenlinien; Kopf dick, gelbbraun.

Fliegt von Mai bis Juni. Raupe im August auf Nadelholz, namentlich auf Fichte.

Boarmia secundaria Schiff., ribeata Cl., crepuscularia Schiff. und consortaria F.

Von den hier genannten *Boarmia*-Arten ist nur die erste ein ausgesprochenes Nadelholztier, während die anderen auch auf Laubholz vorkommen; ja die letzteren beiden (*crepuscularia* Schiff. und *consortaria* F.) sind in erster Linie Laubholztiere und gehen nur gelegentlich auch auf Nadelholz über.

***B. secundaria* Schiff.** (Taf. VIII, 26): Ein ziemlich großer Spanner (Spannweite 32—34 mm). Flügel mit rostbrauner Mischung und dunkler Bestäubung; Vorderflügel mit 2 dunkelbraunen Querlinien, von denen die äußere scharf gezeichnet ist.

Raupe braungrau mit schwarz gesäumten Rautenflecken und gelblichen Seitenflecken.

Puppe rotbraun, in leichtem Gespinst in der Erde.

Flugzeit Juli, August. Raupe lebt im Mai, Juni auf Fichte und Wacholder.

***B. ribeata* Cl.** (Taf. VIII, 25): Etwas größer als der vorige (Spannweite 33—36 mm) und wesentlich dunkler gefärbt. Flügel dunkelbraun, mit schwarzbrauner Bestäubung. Vorderflügel mit 2 schwarzbraunen Querlinien.

Raupe rötlichbraun mit hellen Rückenflecken, weißgelben Seitenlinien und dunklen Schrägstrichen.

Puppe glänzend gelbbraun, in der Erde.

Flugzeit Juni, Juli. Raupe im April und Mai auf Tannen und Fichten, aber auch an Eichen und Weiden.

***B. crepuscularia* Schiff.** (Abb. 470): Ein großer (Spannweite 34—40 mm) hell gefärbter Spanner; Flügel weißgrau mit brauner Bestäubung. Vorderflügel mit 2 braunen, auf den Rippen schwarz gefleckten und gezähnten Querlinien auf einer weißlichen, dunkel beschatteten, ebenfalls zackigen Wellenlinie. Hinterflügel mit einer Quer- und Wellenlinie.



Abb. 470. *Boarmia crepuscularia* Schiff.

Raupe (Taf. IX, Fig. 23) hellgrau oder bräunlichgrün, mit doppelter dunkler Rücken- und rötlichgelben Seitenlinien.

Puppe matt rotbraun, mit weichem Gespinst in der Erde.

Der Falter fliegt zweimal, im Frühjahr und im Hochsommer. Die Puppe überwintert im Boden. Ist in erster Linie Laubholztier. Die Raupe lebt an Eichen, Buchen, Schlehen, Obstbäumen, Weiden, Pappeln, Erlen, Ulmen, sodann auf Birke und Heidelbeere. Der einzige bisher beobachtete einigermaßen stärkere Fraß fand nach Bachstein (1878) im Jahre 1876 in der Dresdener Heide statt und erstreckte sich außer auf Laubholz und Heidelbeere auch auf Kiefern, Fichten und Tannen.

***B. consortaria* F.:** Noch größer als die vorige Art (Spannweite ca. 5 cm). In Färbung und Zeichnung der *crepuscularia* Schiff. ähnlich. Flügel aschgrau, dunkelbraun bestäubt, mit schwarzen, scharf gezähnten äußeren und erloschenen inneren Querstreifen.

Raupe (Taf. IX, Fig. 24) grau mit braunen Flecken und Warzen und dunkler Mittellinie.

Zwei Generationen. Raupe im Mai und Juli, gewöhnlich an Laubholz, wie Pappeln, Weiden, Eichen und Schlehen. Ausnahmsweise auch an Nadelholz. Borgmann (1891) berichtet über einen größeren Kahlfraß an Fichten, die unter Kiefern untergebaut waren.

Literatur über Nadelholzspanner.

Altum, 1885, Zur Vertilgung des Kiefernspanners. Z. f. F. u. J. XVII. S. 606—612.

—, 1889, Der gebänderte Kiefernspanner, *Geometra (Ellopia) fasciaria* L. Ebenda. S. 403—408.

—, 1890, Über den Fraß des Kiefernspanners usf. Ebenda. XXII. S. 82—92.

Anonym, Zwei Schreiben an den Geheimrat v. Burgsdorf zu Berlin aus der Oberpfalz, die *Phalaena geometra piniaria* betreffend usf., Der besorgte Forstmann I, S. 502—509.

—, 1821, Die Erscheinung des Kiefernspanners in den Kiefernforsten des Fürstenthums Saalfeld. Abhandlungen aus dem Forst- und Jagdwesen I, S. 6—12.

Bachstein, A., 1878, *Boarmia crepuscularia* Hb. — Ent. Nachr. IV, S. 78—79.

Badermann, 1908, Die Resultate der amtlichen Untersuchungen über den Kiefernspanner. D. F. Z. S. 954.

Barbey, A., 1927, La fidonie du pin en Basse-Alsace. Journ. for. suisse.

—, 1927, La fidonie du pin dans les Pineraies d'Alsace et de Lorraine. Rev. Eaux et Forêts.

—, 1927, La fidonie du pin combattue à l'aide de l'avion. Ebenda.

Baumer, Fr., 1851, Ein Raupenfraß im Theimwalde in Niederösterreich. Österr. Vierteljahrsschr. f. Forstw. I, S. 309—316.

Bernas, W., 1889/90, Der Kiefernspannerfraß im Jahre 1887 im Revier Waldsteinruh. Vereinsschr. des böhmischen Forstver. H. 161. S. 15—56.

Bertog, 1918, Raupenfraß in Brandenburg. D. F. Z. XXXIII.

Borchers, F., 1929, Soll in Zukunft der Kiefernspanner noch mittels Arsen bekämpft werden? D. D. F.

Borchers, Friedr., u. May, Ed, 1930, Erfahrungen bei der Arsenbekämpfung des Kiefernspanners in biologischer und technischer Hinsicht. Fw. Ctrbl. Heft 16—18.

Borgmann, 1890, Der neue Kiefernspanner, *Ellopia prosapiaria* L. (= *Ellopia fasciaria* Schiff.). Z. f. F. u. J. XXII. S. 141—145.

—, 1891, Vertilgungsmaßregeln gegen die Nonne. Allg. F. u. J. Bd. 47, S. 6—11. (Hierin über *Boarmia consortaria* an Fichte.)

Brecher, 1901, Beobachtungen über Fraß und Begegnungen des Kiefernspanners 1900 und Frühjahr 1901. D. F. Z. Bd. XVI, S. 618.

Bülow, A. v., 1930, Flugzeugbekämpfung des Kiefernspanners 1929. D. D. F.

Champion, 1914, The Ravages of *Bupalus piniarius* in Prussia. Review of appl. Ent. II. S. 235.

Czerwinski, E., u. Kuntze, R., 1930, Beitrag zur Methodik der Untersuchung des Parasitenbefalls bei dem Kiefernspanner (*Bupalus piniarius* L.). Odbitka Z „Sylwana" organu polskiego Tow. Lesnego. Rocznik XLVIII, Lwow.

Dafert u. Kornauth, 1914, Bericht über die Tätigkeit der K. u. K. landw. chemischen Versuchsstation in Wien im Jahre 1913. 1914. S. 481.

Donilow, Eugen, 1893, Die schädlichen Insekten im Forstbezirk Don in den Jahren 1886—1890. — Referat in Forst. Nat. Zeit. 1893. S. 38 ff.

Drohsin, P., 1930, Die Kiefernspannerbekämpfung in Thüringen 1929. Fw. Ctrbl.

Dziurzynski, 1912, *Bupalus piniarius* L., Formen der europ. Fauna. Berl. Ent. Zeitschr. Bd. LVII.

Eckstein, F., 1923, Zoologisch-meteorologische Studien. Erste Mitteilung. Über den Einfluß von Standort und Klima auf die Gradation des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.). Z. f. ang. Entom. Bd. IX.

Eckstein, K., 1902, Zur Bekämpfung des Kiefernspanners. Z. f. F. u. J. S. 180.

—, 1907, Wie findet man Parasiten in den Raupen des Kiefernspanners? Forstl. Belehrungsheft. Neudamm.

Eidmann, H., 1925 a, Kiefern- und Heidekrautspanner. A. f. Schädlk. I, S. 64.

—, 1925 b, Beobachtungen an parasitierten Kiefernspannerpuppen. Fw. Ctrbl. Bd. 47, S. 358—369.

—, 1926, Die Flugzeugbekämpfung des Kiefernspanners in Bayern. A. f. Schädlk. II, S. 53.

—, 1927 a, Der Kiefernspanner in Bayern im Jahre 1925, mit besonderer Berücksichtigung des Parasitenproblems. Z. f. ang. Entom. Bd. XII, S. 51—90.

—, 1927 b, Die forstliche Bedeutung der roten Waldameise. Z. f. ang. Entom. Bd. XII, 298—331.

Escherich, K., 1926, Die Flugzeugbekämpfung des Kiefernspanners im bayerischen Forstamt Ensdorf. Fw. Ctrbl. S. 73—94.

—, 1929, Flugzeugbekämpfung gegen Forstschädlinge. Berlin, P. Parey.

Flos, M., 1929, Was können wir gegen den Kiefernspanner tun? Berlin. D. D. F.

Friederichs, K., 1930, Zur Epidemiologie des Kiefernspanners. Z. f. ang. Entom. XVI.

Friederichs, K., u. Steiner, P., 1930, Über Nachwirkungen der Begiftung des Kiefernspanners. A. f. Schädlk. Bd. VI.

Garthe, 1885, Bekämpfung des Kiefernspanners durch Eintreiben von Schweinen. Thar. J. XXXV. S. 81—83.

Gieseler, 1904, Der Spannerfraß in der Letzlinger Heide 1899—1903. Z. f. F. u. J. S. 432.

Görnitz, K., 1930, Die Feststellung von Parasitenlarven in den Puppen des Kiefernspanners. A. f. Schädlk. Bd. VI.

Gretsch, 1909, Mitteilungen über außerordentliche Waldbeschädigungen im Herzogtum Baden, hervorgerufen durch Einflüsse organischer und anorganischer Natur. Versammlungsber. d. dtsch. Forstver. S. 67—71.

Guse, 1891, *Fidonia piniaria* (aus Rußland). Z f. F. u. J. S. 419.

Hartig, Rob., 1869, Mitteilungen über Pilzkrankheiten der Insekten im Jahre 1868. Z. f. F. u. J. Bd. I, S. 476ff.
Heß, 1864, Mitteilungen über den Fraß von *Fidonia piniaria* im Wolfiger Forst. Allg. F. u. J.
Hellwig, 1929, Beiträge zur Kiefernspannerbekämpfung. Fw. Ctrbl. S. 327.
Holmers, 1891, Entom. Tidskr. S. 49.
Jucht, 1925, Ein Beitrag zur Kiefernspannerfrage. Z. f. ang. Entom. Bd. XI, S. 213 bis 245.
Kalandadze, Leonid, 1928, Die Wirkung von Arsenpräparaten auf die wichtigsten Forstschädlinge. Z. f. ang. Entom. S. 1—96.
Kaltenbach, 1872, Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten. (S. 680.)
Knauth, 1895, Das Auftreten des Kiefernspanners *(Fidonia piniaria)*. N. Z. f. F. u. L.
König, 1859, Waldpflege. Gotha (E. F. Thienemann).
Kolster, 1927, Bekämpfung des Kiefernspanners in der Oberförsterei Hersfeld-Ost vom Flugzeug aus. Z. f. F. u. J. S. 237—251.
Krätzl, F., 1880, Ein Raupenfraß im Theimwald im Jahre 1850. Webers Forst- u. Jagdtaschenbuch. Brünn. S. 35—41.
Krebel, J. F., 1802, Tabellarische Übersicht der Waldverheerungsgeschichte von 1749—1799. Forst- u. Jagdkal. für 1802, S. 171—219.
Lang, 1898, Das Auftreten des Kiefernspanners in den bayerischen Staatswaldungen des Regierungsbezirkes Oberfranken 1892—96. Fw. Ctrbl. S. 344 u. 515.
Lebert, 1858, Über einige neue oder unvollkommen gekannte Krankheiten der Insekten, welche durch Entwicklung niederer Pflanzen im lebenden Körper entstehen. I. Pilzkrankheit der *Fidonia piniaria* Tr. — Zeit. f. wiss. Zool. Bd. IX, S. 444 ff.
Leythäuser, 1897, Die Kiefernspannerkalamität im bayerischen Regierungsbezirk Mittelfranken 1892—96. Z. f. F. u. J. S. 453 ff.
May, 1930, Biologische Feststellungen bei der Arsenbekämpfung des Kiefernspanners. A. f. Schädlk. S. 115.
Methner, 1929, Bekämpfung des Kiefernspanners mittels Flugzeug in Privatforsten des Kreises Lauenburg in Pommern. D. D. F.
Mey, 1905, Truthühner im Kampf gegen Kiefernspanner. Bericht V. Hauptversammlung d. Dtsch. Forstver., Eisenach. S. 164.
Meyer, R., 1930, Die Erfahrungen bei der Kiefernspannerbekämpfung. A. f. schädlk. S. 116.
Mühlwenzel, 1833, Über Insektenschaden durch die *Phalaena geometra piniaria*. Liebichs Allg. Forst- u. Jagdjourn. III, S. 9—12.
Nitsche, H., 1896a, Mitteilungen über den Kiefernspannerfraß im Nürnberger Reichswald. Bericht über die 40. Versammlung d. sächs. Forstver. 1895, Tharandt.
—, 1896b, Der neueste Kiefernspannerfraß im Nürnberger Reichswald. Thar. J. Bd. 46, S. 154.
Osterheld, 1881, Beschädigungen durch den Kiefernspanner, *Ph. geometra piniaria*. Fw. Ctrbl. III, S. 290—292.
Pfeil, 1833, Insektensachen. Pfeils krit. Bl. VI, S. 88—93.
Plotnikow, 1914, On the biology of *Bupalus piniarius* L. and of some of its parasites. Rev. Russ. d'Entom. (Ref. Rev. appl. Ent. 1914. S. 48).
Prediger, 1905, Raupenfraß am Unterharz. D. F. Z. S. 735.
Reiß, 1879, Fraß des Kiefernspanners. Allg. F. u. J. LV, S. 151 u. 152.
Reißig, 1927, Ein Beitrag zur Flugzeugbekämpfung von Forstschädlingen. D. D. F. Nr. 34.
Rhumbler, L., 1929, Zur Begiftung des Kiefernspanners in der Oberförsterei Hersfeld 1926. Z. f. ang. Entom. Bd. V.
Roethel, B., 1875, Beobachtungen über das Auftreten des grünköpfigen Kiefern-

spanners *(Geom. pin.)* im Jahre 1871 und 1872. Monatsschr. f. F. u. Jagdw. S. 168—172.
Scheidter, Fr., 1919, Über die Feststellung des Parasitenbesatzes bei Forstschädlingen. Fw. Ctrbl. Bd. 41.
Schewyreuw, Iwan, 1893, Die schädlichen Forstinsekten Südrußlands 1891. (Ref. F. N. Z. 1893. S. 388 ff.)
Schmidt, 1899, Der Spannerfraß in den sächsischen Staatswaldungen und seine Gefolgserscheinungen. Ber. d. 43. Versamml. d. Forstver. zu Bischofswerda Juni 1889. Tharandt 1899.
Schneider-Orelli, 1914, Fragen der angewandten Entomologie. Mitt. Schweiz. ent. Ges. Bd. 12. 224—229.
Schotte, 1930, Dosisfrage in der Forstschädlingsbekämpfung. A. f. Schädlk. S. 115.
Schöyen, W. M., 1893, Über einige Insektenschädlinge der Laub- und Nadelholzbäume in Norwegen. Z. f. Pflzkr. III, S. 269.
—, 1915, On injurious insects and fungi of forestry in 1914. Kristiania. (Ref. Rev. appl. Ent. IV, S. 503.)
Schwerdtfeger, F., 1930a, Biologie und Bekämpfung des Kiefernspanners. Z. f. F. u. J.
—, 1930b, Untersuchungen über Dauer des Eistadiums, Wachstum und Stoffwechsel des Kiefernspanners *(Bupalus piniarius* L.). Z. f. ang. Entom. Bd. XVI.
Seiff, W., 1926, Die Wirkung des Ätzkalkes auf Kiefernspannerpuppen. A. f. Schädlk. II. S. 43.
—, 1930, Einiges über den gebänderten Kiefernspanner *Ellopia prosapiaria* L. A. f. Schädlk. B. VI. S. 49.
Seitner, 1921, Der Kiefernspanner in Galizien 1915—1917. Ctrbl. f. d. ges. Fw. H. 7/8.
Sitowski, 1918, *Mesochorus politus* Grav. als Parasit zweiten Grades. Bull. Ac. Sc. Cracovic, Juillet, 1918.
—, 1922, On the Biology of *Bupalus piniarius* at Sandomierz. Polnisch (mit franz. Resumé). Rev. appl. Ent. XI, 1925, S. 454.
Spangenberg, B. G. v., 1818, Bemerkungen über Raupenfraß in Nadelholz, besonders in den Forsten der Oberlausitz usf. Hartigs Forst- u. Jagdarch. III. S. 53—80.
Spessivtseff, Paul, 1924, Grankottmätarna *(Eupithecia abietaria* och *strobilata)* och deras skadegörelse *(Eup. abietaria* und *strobilata,* zwei Schädlinge des Fichtenzapfens). Medd. Stat. Skogsförsöksanst. Häfte 21, Nr. 7, Stockholm 1924.
Steiner, Paul, 1931, Zur Kenntnis der Parasiten des Kiefernspanners Z. f. ang. Entom. Bd. XVII.
Trägårdh, Ivar, 1918, Review of the Forest insects of Sweden in 1916. — Stat. Skogsförsöksanst. Stockholm, Flyblad Nr. 10.
—, 1919, Die Schädigungen der Forstinsekten im Jahre 1917. Med. St. Skogsf. Häft 16, Nr. 4.
—, 1919, Untersuchungen über einige schädliche Forstinsekten in Schweden. Z. f. ang. Entom. Bd. V, S. 103.
—, 1920, On the use of experimental Plots when studyng Forest Insects. Bull. Ent. Res. London. X.
Varendorf, von, 1886, Über die Vertilgung des Kiefernspanners durch Streurechen. Z. f. F. u. J. XVIII. S. 211—219.
Voelkel, H., 1929, Zur Methode der Bekämpfung der Forstschädlinge durch Bestäubung vom Flugzeug aus. Fw. Ctrbl.
Völker, 1930, Meine diesjährigen Erfahrungen mit Motorverstäubern in der Kiefernspannerbekämpfung. D. D. F.
Wagner, 1884, Promemoria über die Entwicklung und den Verlauf des Spannerfraßes in der Oberförsterei Rothenmühl 1882. Verh. d. Pomm. Forstver. S. 26 bis 29.

Wendt, 1928, Schweineeintrieb zur Bekämpfung des Kiefernspanners. D. D. F. Nr. 93.
Wolff, M., 1910, Über eine neue Krankheit der Raupe von *Bupalus piniarius* L. Mitt. Kaiser-Wilhelm-Institut in Bromberg. Bd. 3, H. 2.
—, 1913, Über Biologie und Bekämpfung des Kiefernspanners. Jahresbericht der Vereinigg. f. ang. Botanik, 1913, S. 82—102.
—, 1913, Der Kiefernspanner (*Bup. piniarius* L.). Berlin, J. Springer.
—, 1929, Der Erfolg der Bekämpfung des Kiefernspanners mittelst Flugzeug in Privatforsten des Kreises Lauenburg nach dem derzeitigen Stande der Beobachtungen. D. D. F.
Zederbauer, E., 1911, Klima und Massenvermehrung der Nonne und einiger anderer Forstschädlinge. Mitt. Forstl. Versuchsw. Österr. Heft XXXVI.
Ziegler, H. E., 1922, Der Kiefernspanner und seine Schmarotzer. Naturwiss. Wochenschr. N. F. Bd. 21.

B. Laubholz-Spanner.

Obwohl die Zahl der Laubholzspanner die der Nadelholzspanner weit übertrifft, so tritt ihre forstliche Bedeutung doch stark in den Hintergrund gegenüber den ersteren. Sind die Laubholzschädlinge wegen der größeren Regenerationskraft der Laubbäume schon an und für sich selten so gefährlich wie die Nadelholztiere, so kommt hier noch hinzu, daß keiner der Laubholzspanner zu solchen großen, ausgedehnten Massenvermehrungen, geschweige denn zu solchen Riesengradationen gelangt, wie wir sie oben beim Kiefernspanner kennengelernt haben. Der Spannerschaden an älteren Laubbäumen ist nur ausnahmsweise so stark, daß er sich wirtschaftlich auswirkt. Dagegen kann die Nachzucht durch Vernichtung von jungem Aufschlag empfindlich gestört werden. Anders verhält es sich natürlich in der Landwirtschaft, besonders im Obstbau. Wenn hier im Frühjahr die Blätter völlig zusammengefressen werden, so bedeutet dies für das betreffende Jahr einen Ausfall der Ernte.

Für uns kommen in der Hauptsache die

Frostspanner

in Betracht, die systematisch durchaus keine einheitliche Gruppe darstellen. Die unter die Bezeichnung Frostspanner fallenden Gattungen und Arten stehen vielmehr zum Teil im System weit voneinander entfernt (so z. B. gehört die Gattung *Cheimatobia* Stph. zu den Larentiinen, während die Gattung *Hibernia* Latr. und *Anisopteryx* Stph. typische Boarmiinen sind), dagegen stimmen sie in einer biologischen Eigentümlichkeit, die den übrigen Spannern, ja wohl den meisten sonstigen Schmetterlingen fremd ist, vollkommen überein: ihre Flugzeit fällt in eine Zeit, in der die meisten übrigen Insekten sich bereits zur Überwinterung eingerichtet haben bzw. noch im Winterschlaf sich befinden, also ganz spät im Herbst oder ganz zeitig im Frühjahr. Diese biologische Eigentümlichkeit hat zu dem Namen „Frostspanner" geführt. Zu dieser biologischen Eigentümlichkeit kommt noch eine morphologische Konvergenzerscheinung, nämlich die Rückbildung der Flügel beim ♀ (die allerdings auch noch bei anderen Gattungen vorkommt).

Wir wollen im folgenden die wichtigsten Frostspanner, die sich hauptsächlich auf die drei Gattungen *Cheimatobia* Stph. (*Operophthera* Hb.), *Hibernia* Latr. und *Anisopteryx* Stgr. verteilen, eingehender behandeln.

Cheimatobia (Operophthera) brumata L. und boreata Hb.

Die kleinen Frostspanner.

Die Gattung *Cheimatobia* Stph. besitzt im männlichen Geschlecht gut ausgebildete Flügel, im weiblichen jedoch sind die Flügel stark rückgebildet zu kurzen Stummeln. Die Fühler des ♂ kurz, nur $^1/_3$ der Vorderrandslänge erreichend. Rüssel und Palpen sehr schwach und kurz. Im Vorderflügel m_2 aus der unteren Hälfte des scharf gebrochenen Querastes entspringend, m_1 aus der vorderen Hälfte des Innenrandes der Anhangszelle, aus deren Spitze r_1 und r_2 aus einem Punkt; r_5 entspringt ungefähr in der gleichen Höhe wie r_1, r_3 aus r_4. Auf den Hinterflügeln geht ax_1 sehr nahe am Innenrand in den Innenwinkel, cu_1 und m_3 weit gesondert, m_1 und rr lang gestielt (Abb. 471).

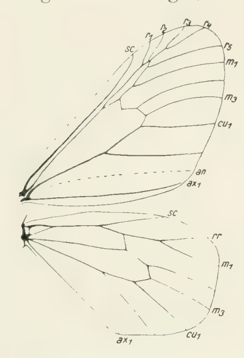


Abb. 471. Flügelgeäder von *Cheimatobia boreata* Hb.

Ch. brumata L., der gemeine Frostspanner.

Falter: Vorderflügel des ♂ gelbgrau mit verloschenen dunklen Wellenlinien, Hinterflügel heller. Spannweite 23—25 mm (Abb. 472 A). ♀ mit sehr kurzen, bräunlich- oder grünlichgrauen Flügelstummeln, kaum die Hälfte des Hinterleibes erreichend (Abb. 472 B).

Raupe (Taf. IX, Fig. 3) erwachsen gelbgrün, mit dunkler Rückenlinie und jederseits mit 3 weißen Seitenlinien; Kopf grün. (Beim Eiräupchen schwarz.)

Eier oval, von Mohnkorngröße, anfangs blaßgrün, später, bis vor dem Auskriechen, rotgelb.

Puppe hellbraun mit 2 kurzen Häkchen am abgerundeten Cremaster.



Abb. 472. *Cheimatobia brumata* L., der gemeine Frostspanner. A Männchen, B Weibchen. $1^1/_3\times$.



Abb. 473. Ein Pärchen von *Cheimatobia brumata* L. in Kopula. Nach Thiem.

Ch. boreata Hb., Buchen-Frostspanner.

Falter dem vorigen sehr ähnlich, nur etwas größer (Spannweite: ♂ 28 bis 30 mm); beim ♂ die Vorderflügel weißgrau, mit braungelbem Anflug und verwaschener Querbinde, Hinterflügel weißlich, nur selten mit einem verloschenen dunk-

leren Querstreifen durch das Ende der Mittelzelle. ♀ mit längeren Flügelstummeln, nur wenig kürzer als der Hinterleib. Vorderflügel gelbgrau mit 2 dunklen Querstreifen.

Raupe (Taf. IX, Fig. 2) von der vorigen Art hauptsächlich durch den schwarzen Kopf (auch der älteren Stadien) unterschieden.

Puppe rotbraun.

Die Bionomie der beiden Arten, die auch als die „kleinen Frostspanner" zusammengefaßt werden, scheint in den meisten Zügen übereinzustimmen. So dürfte die im folgenden dargestellte Bionomie der *Ch. brumata* L. auch für *boreata* Hb. im wesentlichen Gültigkeit haben.

Obgleich der „gemeine Frostspanner" zu den längst bekannten und allgemein verbreiteten schlimmen Schädlingen des Obstbaus gehört, ist seine Bionomie erst in dem letzten Dezennium einigermaßen geklärt worden, vor allem durch die Arbeiten von Schneider-Orelli (1916) und Thiem (1922), auf die sich die folgenden Schilderungen in der Hauptsache stützen.

Die ♂♂ eröffnen und beschließen die Flugzeit im Herbst, gewöhnlich wird Ende Oktober als Beginn angegeben. Erst vereinzelt erscheinend, mehren sich die Falter von Tag zu Tag; „in ausgesprochenen Seuchengebieten glaubt man an milden ruhigen Abenden in der Nähe von Bäumen förmlich ein Schneetreiben vor sich zu haben". Die ♀♀ erscheinen einige Tage später. Der Flug der ♂♂ setzt überraschend pünktlich mit beginnender Dämmerung ein. „Im unsicheren, unruhigen Flug suchen die ♂♂ zunächst den Boden ab, umkreisen den unteren Stammteil der Bäume und erheben sich zuweilen mit zunehmender Sicherheit des Fluges zur Zeit eintretender Dunkelheit in Höhe der Baumkrone. Sie durchsuchen nur einige Bäume und entfernen sich nie weit von ihnen. Finden sie keine ♀♀, so lassen sie sich im Gras oder zumeist an den unteren Baumteilen nieder, laufen den Stamm ab oder sitzen, die Flügel über dem Rücken zusammengeklappt, still" (Thiem). Ebenso halten sie sich im Tag unter Blättern, Brettern, in geschützten Baumwinkeln usw. auf.

Die ♀♀ laufen, ebenfalls mit Beginn der Dämmerung und Dunkelheit, am Stamm empor, wobei sie bei windiger oder regnerischer Witterung die geschützte Seite desselben benützen. Glatte Flächen überschreiten sie schneller als rauhe und zerrissene. Die Behendigkeit der ♀♀ ist groß. Bei anhaltendem Laufen können sie den Gipfel eines 3 m hohen Baumes in 5 Minuten erreichen. Auch während der Begattung sucht das ♀ seinen Weg stammaufwärts fortzusetzen, wobei das ♂ sich völlig passiv verhält. Natürlich wird durch das daranhängende ♂ das Marschtempo verlangsamt. Ein kopulierendes Paar vermag 40—50 cm etwa innerhalb $^1/_2$ Stunde zurückzulegen.

Die Kopula findet in der Regel gegen Abend in der Dämmerung statt. Dabei sitzt das ♂ unten, den Kopf nach unten gerichtet, die Flügel gewöhnlich tagfalterartig aufgerichtet (Abb. 473). Eine umgekehrte Stellung (♀ nach unten gerichtet) kommt nur ganz ausnahmsweise vor. Die Angaben, daß das ♂ das ♀ in einer Art Hochzeitsflug nach oben in die Baumkrone tragen soll, gehören nach Thiem in das Reich der Fabel. Die Dauer der Kopula währt mehrere Stunden. Der Ort der Kopula wechselt sehr; kopulierende Tiere wurden meist an Baumstämmen (bis 3 m Höhe) gefunden, dann auch, aber ganz selten, auf der Erde. Wenige Tage nach der Kopulation gehen die Tiere zugrunde, die ♂♂ nach etwa 2—3, manchmal auch erst nach 8 Tagen, die ♀♀ dagegen scheinen im allgemeinen etwas länger zu leben, 8—9 Tage. Die ge-

samte Lebensdauer beträgt bei den ♂♂ bis zu 17, bei den ♀♀ bis zu 24 Tagen.

Die Eiablage beginnt zumeist unmittelbar nach der Begattung. Die bevorzugten Stellen sind die letzten Verzweigungen der Äste der Baumkrone, gewöhnlich in der Nähe von Knospen, in Rindenspalten, Narben, an Aststümpfen oder auch direkt an den Knospen. Die Zahl der Eier beträgt nach Schneider-Orelli ca. 200—300[1]). Die Ablage erfolgt einzeln oder in ganz kleinen Partien von 2—3, selten (bei besonders günstigen Ablagestellen) mehr, bis 20. Die Eiablage eines ♀ kann sich auch über mehrere Bäume verteilen. Die ♀♀ lassen sich nämlich nicht selten von den Zweigen herunterfallen (wobei sie die ausgespannten Flügelstummel als Fallschirm benutzen), um dann an einem anderen Baum wieder aufzusteigen (Schneider-Orelli). Höchstwahrscheinlich erstreckt sich die Ablage des Gesamteivorrates über mehrere Tage.

Die anfänglich hellgrünen Eier nehmen schon bald (2—14 Tage) nach der Ablage eine rotgelbe Färbung an, um kurz vor dem Auskriechen auch diese Färbung zu verlieren und „unansehnlich und bald darauf dunkel metallisch-bläulich und grünlich glänzend zu werden." Die unbefruchtet abgelegten Eier verändern ihre grüne Anfangsfarbe nicht und schrumpfen ein. Der Eizustand dauert ca. $5^1/_2$—6 Monate, kann aber durch höhere Temperaturen wesentlich (bis auf beinahe den fünften Teil) verkürzt werden (Schneider-Orelli).

Die ersten Räupchen kommen durchschnittlich Ende April, wenn die Knospen aufzubrechen beginnen, heraus. Sie laufen alsbald unruhig umher, wie gewissermaßen auf Nahrungssuche. Unter natürlichen Verhältnissen in der Nähe von Knospen geschlüpft, haben sie letztere bald gefunden. Das Eiräupchen ist 1,5 mm lang und hat ein dunkelgraues, mattes Aussehen, einen tiefschwarz glänzenden Kopf, ein dunkelgraues Nackenschild und zwischen diesem und dem Kopf eine weißliche Binde. Schon nach der 1., spätestens nach der 2. Häutung treten deutliche Färbungsveränderungen auf. Die graue Farbe geht allmählich in ein gelbliches Grün über und es bilden sich außer einem dunkelgrünen Mittelstreifen jederseits drei weiße oder gelbliche Längsstreifen aus, von denen der mittlere am schwächsten ausgebildet und sehr oft unterbrochen ist. Auch der Kopf verliert die schwarze Farbe. Im ganzen macht die Raupe 4 Häutungen durch, die 1. zwischen dem 4. und 6. Tage nach dem Schlüpfen der Räupchen, die 2. zwischen dem 8. und 11. Tage, die 3. zwischen dem 14.—16. und die 4. zwischen dem 22.—26. Tage. Die Gesamtentwicklung der Raupe nimmt ca. 35—40 Tage, in sehr günstigen (warmen) Jahren noch weniger in Anspruch.

Die Bewegungen der Raupen sind sehr rasch; auch besitzen sie ein gut ausgebildetes Spinnvermögen. „Bereits die frisch gehäuteten Räupchen können sich an einem Spinnfaden, den sie während des Umherkriechens an der Unterlage festkleben und den sie sehr schnell verlängern können, fallen lassen. Indem sie den Faden unter Zuhilfenahme der Oberkiefer und unter schlängelnden Bewegungen des ganzen Körpers auf die Brustbeine aufwickeln und von hier mit den hochgeschlagenen letzten Bauchbeinen abnehmen, erreichen sie wieder die Unterlage. Zwischen den Ästchen spinnen

[1] Die Angabe Uffelns von 50 Eiern beruht auf einem Irrtum.

sie zuweilen Fäden, auf denen sie sich entlang bewegen können" (Thiem). Die Räupchen sind ausgesprochen positiv lichtempfindlich.

Der erste Fraß des Eiräupchens geschieht meist an aufbrechenden Blatt- eventuell Blütenknospen. Knospen mit noch dicht anliegenden Schuppen vermögen die kleinen Räupchen nicht anzubohren und auszufressen. Der Fraß ist stets von einer reichlichen Spinntätigkeit begleitet. Die kleinen Raupen spinnen die sich entwickelnden Blätter der austreibenden Knospen zusammen und auch in den späteren Raupenstadien wird diese Gewohnheit beibehalten, so daß der Fraß fast stets in zusammengesponnenen Blättern stattfindet. Die Jungräupchen fressen meist nur des Nachts, während die älteren Raupen in ihren Fraßgewohnheiten an keine bestimmte Zeit gebunden sind.



Abb. 474. Fraß des gemeinen Frostspanners (*Cheimat. brumata* L.) an Hainbuche. Nach Nüßlin-Rhumbler.

Das Fraßbild zeigt in der Hauptsache Löcherfraß, der zunächst durch das Einfressen in die noch zusammengefalteten Blattflächen (in den sich entfaltenden Knospen) entsteht. Späterhin werden diese Löcher erweitert, bis sie zusammenfließen und der größte Teil der Blattfläche verschwunden ist (Abb. 474). Schließlich werden in der Not auch noch die etwa stehengebliebenen gröberen Nerven verzehrt, so daß also völliger Kahlfraß eintreten kann. Viele Blattstücke fallen dabei auch unbenutzt zu Boden. Wo Früchte vorhanden sind, werden auch diese angefressen, entweder nur äußerlich oder es werden auch die Kerne ausgehöhlt (bei Kirschen), so daß die Frucht abstirbt.

Die Zahl der Fraßpflanzen von *brumata* ist Legion: Thiem zählt annähernd deren 100 auf. Obstbäume scheinen besonders bevorzugt zu werden, daneben werden aber auch fast alle anderen Laubholzarten angegangen, wie Eiche, Hainbuche, Buche[1]), Roßkastanie, Ahorn, Faulbaum, Eberesche, Weide, Hasel, Linde usw.

[1]) In den meisten forstentomologischen Lehrbüchern wird angegeben, daß die Buche von *brumata* nicht angenommen wird; letzteres soll ein Reservat für *boreata* sein. Dies trifft nach neuen Beobachtungen nicht zu (vgl. Thiem).

Die Verpuppung, zu der sich die Raupe an einem Faden herabspinnt, findet Ende Mai anfangs Juni statt, und zwar in und auf der Erde, mit und ohne Gespinst. Freie Puppen liegen oberflächlich, während die sich im Boden eingrabenden Raupen ein dünnes Gespinst herstellen, das sie an größere Gegenstände anheften und mit Quarzsteinchen, Erdklümpchen, Geäst, Stroh, dünnen Blättern verkleben (Abb. 475). Sie erscheinen auf diese Weise verschieden groß und lassen sich schwer auffinden. Die Lage der Puppe im Boden ist verschieden tief, in lockerem Boden tiefer (bis 14 cm) als in mittelschwerem und schwerem (bis 10 cm). Die Dauer der Puppenruhe schwankt in Deutschland zwischen $4^1/_2$—5 Monaten, während sie in höheren Gebirgslagen wesentlich kürzer ist ($3^1/_2$ Monate). Durch höhere Temperaturen kann nach Thiem die Puppenruhe verlängert werden, ebenso wie durch anhaltend künstliche Einwirkung von tieferen Temperaturen. Dagegen ist es noch nicht gelungen, eine Verkürzung der Puppendauer auf künstlichem Wege, sei es durch hohe oder niedere Temperaturen, hervorzurufen.

In epidemiologischer Beziehung spielen die Witterungsverhältnisse nach Thiem zweifellos eine nicht unbedeutende Rolle. „Nach starkem



Abb. 475. A Freie Puppe von *Cheimatobia brumata* L. (rechts Cremaster vergr.), B Erdgehäuse derselben nat. Gr., C und D dasselbe vergr. Nach Thiem.

Raupenfraß im Frühjahr ist, wenn die Raupen sich bei günstiger Witterung verpuppt haben, auch ein starker Frostspannerflug zu erwarten. Herrscht jedoch zur Zeit der Verpuppung anhaltend feuchte Witterung und zeichnet sich auch der Herbst durch starke, längere Niederschläge oder gar durch längere und häufige Frostperioden aus, dann steht trotz des starken Raupenfraßes kein entsprechender Flug in Aussicht und demzufolge auch kein starker Frostspannerfraß im nächsten Frühjahr." Ätiologisch wäre auch noch der Umstand heranzuziehen, daß es scheinbar zu den notwendigen Entwicklungsbedingungen des Frostspanners gehört, daß die kleine Raupe bereits aufbrechende Knospen findet, und daß, wenn solche nicht rechtzeitig vorhanden sind, die Eiraupen wohl zugrunde gehen müssen. Im letzteren Fall würde der Vermehrung starker Abbruch geschehen (ähnliches liegt bei der Kieferneule vor, s. unten). Die Gradationsperioden können mehrere Jahre dauern.

Der Schaden durch den Frostspanner kann, wie oben schon betont, im Obstbau ungeheure Dimensionen annehmen. Bedeutet doch hier Kahlfraß einen vollkommenen Ausfall der Ernte. Dagegen ist seine Bedeutung in der Forstwirtschaft geringer zu veranschlagen. Wieder-



Spannerraupen

1 Geometra papilionaria *L.* 2 Cheimatobia (Operophthera) boreata *Hb.* 3 Ch. brumata *L.* 4 Larentia juniperata *L.* 5 Eupithecia (Thephroclystia) strobilata *Hb.* 6 E. lanceata *Hb.* 7 Ephyra (Codonia) pendularia *Cl.* 8 Abraxas grossulariata *L.* 9 A. sylvata *L.* 10 Ellopia prosapiaria *L.* 11 Ennomos quercinaria *Hufn.* 12 Selenia bilunaria *Esp.* 13 Gonodontis bidentata *Cl.* 14 Himera pennaria *L.* 15 Semiothisa liturata *Cl.* 16 Hibernia defoliaria *Cl.* 17 H. aurantaria *Esp.* 18 Anisopteryx aescularia *Schiff.* 19 Phigalia pedaria *F.* 20 Biston hirtarius *Cl.* 21 Amphidasis betularia *L.* 22 Boarmia ribeata *Cl.* 23 B. crepuscularia *Schiff.* 24 B. consortaria *F.* 25 Hematurga atomaria *L.*

holter starker Fraß kann aber auch zu empfindlichem Schaden, vor allem zum Ausfall der Mast und zu Zuwachsverlust führen. Nach Hartig (1875) ist in solchen Jahren bei Eichen die Breite des Jahrringes auf $^1/_2$—$^1/_3$ der normalen Breite reduziert, und auch in den Folgejahren bleibt sie noch gegen normale Verhältnisse zurück. Einzelne Zweige an alten Eichen können auch dürr werden. Besonders scheinen Heisterpflanzungen zu leiden, und auch beim Befressen des Aufschlags kann *brumata* beteiligt sein (siehe bei *boreata*, S. 595).

In den Jahren 1872 und 1873 trat der Frostspanner am Nordrande des Harzes bis in die Gegend von Hannover so stark auf, daß größere Eichen- und Hainbuchenbestände bis zum Juni laublos blieben, in einem Mittelwalde z. B. ungefähr der dritte Teil des Eichenoberholzes. Diese Eichen belaubten sich erst wieder im Juli langsam aus Blattachselknospen (Hartig). Die Fraßperiode dauerte drei Jahre. Ende der 70er und Anfang der 80er Jahre sind mehrere Jahre hindurch die Eichen in Neuvorpommern und Rügen, namentlich aber in den Forsten der Universität Greifswald so stark befressen worden, daß schließlich zur Abwehr geschritten werden mußte (Wiese, 1873 und 1882). Im Jahre 1905 war starker Fraß (Kahlfraß) am Unterharz (Prediger, 1905) und 1914/15 Kahlfraß in 80—100jährigen Eichenbeständen eines westfälischen Schutzbezirkes. In den meisten Fällen war auch der Eichenwickler (*Tortrix viridana* L.) an dem Fraß beteiligt.

An natürlichen Feinden scheint es dem Frostspanner nicht zu fehlen, wenn dieselben vielleicht auch bei der Verminderung der überhand genommenen Individuenzahl keine so erhebliche Rolle spielen wie bei anderen Schmetterlingen (dem Kiefernspanner, der Eule usw.). „Der späte Flug der Falter im Herbst, der frühzeitige Fraß der Raupen im Frühjahr sind Anpassungserscheinungen des Frostspanners an insektenarme Jahreszeiten, ein Schutz gegen Schmarotzerinsekten.“ Die Regulierung erfolgt beim Frostspanner wohl mehr durch abiotische (klimatische) Faktoren (siehe oben).

Als Feinde des Frostspanners werden genannt:

von Vögeln: Stare, Saatkrähen, Spechte, Kleiber, Grasmücken, Meisen, Goldhähnchen, Finken, Sperlinge;

von Insekten: *Silpha quadripunctata* L., *Calosoma inquisitor* L. (s. Bd. II, S. 44), Ameisen, Florfliegenlarven, *Panorpa communis* L. (Eidmann), Wanzen und Spinnen. Die beiden letzteren setzen auch den Faltern mit Erfolg nach (Thiem).

Als Parasiten von *Ch. brumata* führt Thiem (nach Stellwaag) folgende Arten an:

a) von Ichneumoniden: *Campoplex pugillator* Grav., *Cryptus poecilops* Krchb., *Pezomachus audax* Först., *Phygadeuon brumatae* Rdw., *Ichneumon fabricator* L., *Limnerium spectabile* D. T. und *unicinctum* Grav.;

b) von Braconiden: *Apanteles albipennis* Nees., *carbonarius* Wesm., *immunis* Marsh., *juniperatae* Bouché, *Meteorus ictericus* Nees., *pallidus* Nees. und *pulchricornis* Wesm.

Auch Mykosen scheinen hie und da aufzutreten, jedoch ohne praktische Bedeutung (Reh).

Die Bekämpfung des Frostspanners ist beim Obstbau sehr wirksam durchzuführen durch rechtzeitiges (vor den ersten Frösten!) Anlegen von Leimringen in 1—1,5 m Höhe. Sie müssen bis Ende Mai fängisch bleiben bzw. erneuert oder angerauht werden. Auch durch Bespritzen oder Bestäuben mit einem Arsenpräparat im Frühjahr können gute Erfolge erzielt werden.

Im Forst wird man wohl kaum jemals oder nur ganz selten in die Lage kommen, zum Leimring zu greifen (s. Wiese, 1882, Wolff, 1915). Dagegen kann bei besonders hartnäckigem Fraß Arsenbestäubung angezeigt sein. Eidmann (1930) berichtet über einen solchen Fall von der preußischen Oberförsterei Kottwitz (bei Breslau), wo seit einer Reihe von Jahren Laubholzaltbestände derart von *Cheimatobia brumata* L. (in Verbindung mit *Tortrix viridana* L.) befressen wurden, daß eine Arsenbekämpfung notwendig erschien. Die Bestäubung wurde vom Boden aus mit Motorverstäuber (von der Firma Schering) ausgeführt und brachte einen vollen Erfolg. Bereits unmittelbar nach der Bestäubung ließ der Fraß sehr stark nach und nahm dann rasch bis zu fast völligem Stillstand ab. „Die Wirkung des Giftes steigerte



Abb. 476. Buchenaufschlag von *Cheimatobia boreata* Hb. zerfressen. Nach Eckstein (aus Nüßlin-Rhumbler).

sich nach 3 Tagen zu tödlicher Wirkung. Der Frostspanner wurde durch die Bestäubung nahezu völlig vernichtet und die befallenen Bestände vor weiterem Fraß gerettet."

Die Bionomie der an der schwarzköpfigen Raupe unschwer zu erkennenden *Cheimatobia boreata* Hb. (bei Wolff und Krauße: *Operophthera fagata* Scharfb.), des „Buchenfrostspanners", stimmt in den wesentlichen Punkten mit der von *brumata* überein; so in bezug auf die Flugzeit, die Dauer der einzelnen Entwicklungsstadien, den ganzen Ablauf der Entwicklung usw. Auch die Art des Raupenfraßes (Löcherfraß), die Gewohnheit, die Blätter zu verspinnen, hat *boreata* mit *brumata* gemeinsam. Wo die Eiablage von *boreata* stattfindet, ist nicht näher bekannt.

Die geographische Verbreitung von *boreata* scheint etwas enger zu sein als die von *brumata* und in England und der Nord- und Ostseeküste seine

nördlichste, in der Schweiz und Mittelfrankreich seine südlichste Grenze zu erreichen. Bezüglich der Fraßpflanzen ist *boreata* weit wählerischer als *brumata*. Er scheint vor allem Birke und ganz besonders Buche zu lieben[1]).

Ch. boreata Hb. ist forstlich weit beachtenswerter als *brumata*, vor allem deshalb, weil durch sie der Buchenaufschlag nicht selten völlig vernichtet wird (Abb. 476). Der junge Aufschlag geht meist gleich zugrunde; der ältere Aufschlag begrünt sich allerdings aus Blattachselknospen wieder, jedoch bleiben die Blätter schwach und die Knospen für das nächste Jahr kommen nicht zur Ausbildung. Es beteiligen sich zwar daran auch noch andere Spanner, wie *Hibernia defoliaria* L. (der große Frostspanner) und nach Thiem auch *brumata* L.; doch als Hauptmissetäter kommt in solchen Fällen stets *boreata* Hb. in Betracht. Auch durch Kahlfraß in älteren Buchenbeständen kann *boreata* Hb. recht lästig werden (vor allem durch den Ausfall der Buchelmast), doch tritt dieser Schaden gegenüber dem erstgenannten an nachhaltiger Bedeutung wesentlich zurück.

In der Literatur (Borgmann, 1886, Ebermayer, 1883) und in den Akten finden sich zahlreiche Berichte über Vernichtung des Buchenaufschlages, so daß man *boreata* als einen sehr schädlichen Buchenkulturverderber bezeichnen muß[2]).

Bezüglich der Bekämpfung gilt das bei *brumata* Gesagte (s. S. 593).

Hibernia defoliaria L.

(Taf. VIII. Fig. 22 u. 23).

Großer Frostspanner.

Durch seine größere Gestalt des ♂, die gelbliche Färbung der Vorderflügel, durch die gänzliche Flügellosigkeit des ♀, durch die Färbung der Raupe ohne weiteres von den beiden vorigen *Cheimatobia*-Arten zu unterscheiden. Außerdem zeigt auch das Flügelgeäder von *Hibernia* Latr. wesentliche Unterschiede; gehört doch diese Gattung zu den Boarmiinen, *Cheimatobia* Stph. dagegen zu den Larentiinen (s. oben S. 460).

Forstlich nicht unwichtig; kommt nicht selten mit den beiden vorigen zusammen vor.

Falter: ♂ gelb und braunrot mit grobem, rostbraunem Staube. Vorderflügel mit geschwungenem Saume, gewöhnlich mit zwei schwarzen, stark geschwungenen, auf den abgekehrten Seiten breit rostbraun oder schwarz gefärbten Querstreifen, deren hinterer auf Ader 5 mit abgerundeter Spitze weit saumwärts tritt. Auf diese Weise entsteht dann häufig eine breite hintere Querbinde. Wellenlinie durch dunkle Flecken angedeutet; Fransen auf den Adern dunkel gefleckt. Alle Flügel mit dunkelbraunem Mittelfleck. Nicht selten fehlt alle Zeichnung. Hinterflügel mit ungefleckten Fransen und ohne Bogenlinie. Flügelspannung reichlich 40 mm (Abb. 477 A).

♀ flügellos, gelb, schwarz gefleckt.

Eier merklich größer als die des kleinen Frostspanners, länglich, gelbweiß, später pomeranzenfarbig.

---

[1]) In der Literatur ist auch noch Hainbuche und Eiche angegeben, doch dürften die Angaben betr. dieser beiden Pflanzen auf Verwechslungen beruhen (Borgmann, 1886).

[2]) Früher wurde allgemein *brumata* für die Schäden verantwortlich gemacht, bis Borgmann (1886) auf die Unterschiede zwischen beiden Arten aufmerksam machte und *boreata* als das hauptsächliche Buchentier feststellte.

Raupe (Taf. IX, Fig. 16). Rotbraun mit doppelter dunkler Rückenlinie und gelben Seitenstreifen. Stigmenlöcher weiß, von einem schwarzen Ring umgeben, Kopf rotbraun.

Puppe hellbraun, am Kopfende neben den Augendecken 2 Knotenspitzchen, mit langer Cremasterspitze.

Die Bioformel ist:

$$\frac{9.4 \quad 46}{79+910}$$

Der über Nord- und Mitteleuropa, mit Ausnahme der Polargegenden, verbreitete Falter fliegt etwas früher als der gemeine Frostspanner, nach Altum (1889) bereits Ende September und im Oktober. Der ♂ Falter hält sich gern niedrig auf und versteckt sich oft am Boden auf ihm in Färbung sehr gleichenden abgefallenem Laub. Die Eier werden einzeln oder in kleinen Gruppen in der Krone in der Nähe der Knospen abgelegt. Die Raupe sitzt frei auf ihren Fraßpflanzen, nicht zwischen zusammengesponnenen Blättern, und geht erst im Juli zur Verpuppung in die Erde. Sonst ist die Lebensweise der der kleinen Frostspanner ähnlich.

Als Fraßpflanzen werden die verschiedensten Obstbäume angegeben, auch Nußbäume, sowie Eiche, Linde, Ulme, Hainbuche, Birke, Buche, *Sorbus*, und zwar sowohl Elsbeere als Vogelbeere, Bergmispel, *Cotoneaster*, Weißdorn, Schwarzdorn, Rosenstrauch usf.

Der Hauptschaden wird an Obstbäumen verursacht, an denen die Raupe auch die Früchte angeht, z. B. die unreifen Kirschen seitlich aus-



A B C

Abb. 477. Verschiedene *Hibernia*-Arten (oben Männchen, unten Weibchen): A *Hib. defoliaria* L., B *Hib. leucophaearia* Schiff., C *Hib. marginaria* F. Etwas verkleinert.

höhlt. Forstlich wird sie namentlich an Eiche schädlich. Bei dem oben erwähnten Fraße von *Ch. brumata* L. in den Greifswalder Forsten war nach Wiese der große Frostspanner stark beteiligt. 1853 fand im Spessart nach Döbner an Eiche und Buche und nach Heß wiederum im Jahre 1883 an Eiche ein Fraß dieser Art daselbst statt. Ratzeburg berichtet nach Werneburg von einem starken Fraße in den Mittelwaldbeständen des Viernauer Schutzbezirkes der preußischen Oberförsterei Schwarza (Erfurt) im Jahre 1835, und in demselben Jahre fand er die Raupe mit einer grünen

Spannerraupe, also wahrscheinlich *Ch. boreata* Hb. an dem zweijährigen Buchenaufschlage bei Eberswalde. Ein solcher gemeinsamer Fraß scheint sehr häufig vorzukommen. Im Frühjahr 1929 fand ein Kahlfraß eines großen Teiles der Eichen im Bienwald (Rheinpfalz) statt, an dem hauptsächlich *defoliaria* beteiligt war. Auch Bucheln und Ulmenfrüchte werden durch die Raupe häufig zerstört.

Außer *defoliaria* seien noch folgende *Hibernia*-Arten genannt, die alle in ihrer Lebensweise mehr oder weniger übereinstimmen, ohne jedoch bis jetzt zu wirtschaftlicher Bedeutung gelangt zu sein.

H. aurantiaria Esp. Orangegelber Frostspanner. (Abb. 478 und Taf. VIII, 21). — Männchen (Spannweite 40 mm) an seinen orangegelben, verloschenen, veilgrauen Flügeln leicht zu erkennen. ♀ braun und gelb gefleckt, mit kurzen, hellgrauen, etwas bräunlich gefleckten, langbehaarten Flügelstummeln. Raupe (Taf. IX, Fig. 17) braun oder grau, mit dunkler Rückenlinie und dunkler, weiß gesäumten Seitenlinie. Sie lebt an zahlreichen Laubhölzern. Forstlich bisher noch kaum merklich hervorgetreten. Bei Ratzeburg findet sich die Bemerkung, daß die Raupe „stark an Birke fresse".



Abb. 478. *Hibernia aurantiaria* Esp. (orangegelber Frostspanner). Oben Männchen, unten Weibchen. ca. $^3/_1$.

H. marginaria F. (bei Ratzeburg: *progemmaria* Hb., *capreolaria* Esp.). (Abb. 477 C). — Flugzeit Oktober bis März. ♂ Vorderflügel rotgelb, mit gelblich-grauer Mischung und schwarzer Bestäubung. Spannweite 36—40 mm. ♀ Vorderflügel zwei Drittel, Hinterflügel drei Viertel so lang wie der Körper. Vorderflügel mit 3, Hinterflügel mit 2 schwarzen Querstreifen. — Raupe braungelb, auf den vorderen Ringen mit braunen, hell eingefaßten Längsstreifen, auf den hinteren zwei Dritteln mit braunen x-förmigen Rückenflecken. Lebt im Juni auf Eichen, Birken, Pappeln, wilden Rosen usw. Bei Ratzeburg findet sich eine Beobachtung Saxesens wiedergegeben, wonach die Raupen in Thüringen „den Birken arg zusetzten".

H. bajaria Schiff. — Flugzeit Oktober, November. ♂ Vorderflügel dunkelgrau mit rotbrauner Mischung, mit 2 undeutlichen schwärzlichen Querlinien und weißlicher Wellenlinie. Spannweite 30—36 mm. ♀ flügellos, grau, am After mit gelbgrauen Haarbüscheln. — Raupe grün oder braun, auf den ersten 3 Segmenten eine dunkle Längslinie, auf den übrigen Ringen helle, schwarz gesäumte Rückenflecke. Lebt im Juni an Liguster, Weißdorn, Schlehe.

H. leucophaearia Schiff. (Abb. 477 B). Fliegt Februar, März. ♂ Vorderflügel grau, blaugrau gesprenkelt und weißlich gemischt, mit 2 schwärzlichen Querlinien. Spannweite 30—36 mm. ♀ hellgrau, kleiner als bei der vorigen Art, mit ganz kurzen, haarförmig gefransten Flügelstummeln. — Raupe rötlich oder schmutzig grün, mit 2 dunklen Punkten auf jedem Ring, 2 weißlichen Rücken- und 2 braunen Seitenlinien. Lebt auf Eichen und Espen.

Anisopteryx aescularia Schiff.

Roßkastanien-Frostspanner.

Ratzeburg: *Ph. G. (Fidonia) aescularia* Schiff. — Judeich-Nitsche: *Geometra (Anisopteryx) aescularia* Schiff. — Nüßlin-Rhumbler: *Geometra (Anisopteryx, Alsophila) aescularia* Schiff. — Wolff-Krauße: *Alsophila aescularia* Schiff.

Die Gattung *Anisopteryx*, ebenfalls zu den Boarmiinen gehörig, steht der vorigen Gattung *Hibernia* nahe. Das Geäder durch die sehr lange, bis zwei Drittel der Flügellänge reichende Mittelzelle ausgezeichnet (Abb. 479). Die ♀♀ mit ganz

kurzen Flügelrudimenten, breitem, wolligem After. Raupen am 9. Segment mit einem stark rückgebildeten Bauchfußpaar.

Falter: ♂ sehr kurzleibig mit kurz doppelt gekämmten Fühlern, normal geflügelt, mit langgestreckten Vorderflügeln. Diese weißgrau, braun bestäubt, namentlich am Vorderrande und im Wurzelfelde. Vorderer Querstreif sehr undeutlich, nur auf den Flügelrändern und den Adern deutlicher; hinterer Querstreif sehr weit spitzenwärts gerückt, meist nur durch kurze, dunkle Striche auf den Adern angedeutet, spitzenwärts hell angelegt. Ein dunkler Mittelfleck vorhanden. Flügelspitze durch einen braunen Schrägstrich geteilt. Saumlinie dunkel, auf jeder Ader zu einem Punkte verdickt. Randhälfte der Fransen dunkler. Hinterflügel heller mit dunkler Saumlinie und Punkten auf den Adern, mit deutlichem, braunem Mittelfleck. Länge kaum 10 mm, Flügelspannung 35—40 mm (Abb. 480).

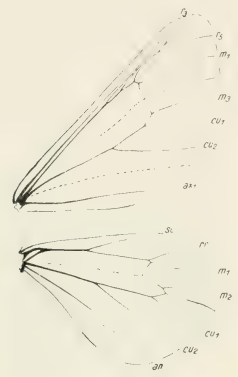


Abb. 479. Flügelgeäder von *Anisopteryx aescularia* Schiff.

♀ flügellos, einfach hellgrau; Fühler borstenförmig, nicht geringelt. Am Afterende ein langer Haarbusch.

Raupe (Taf. IX, Fig. 18): Gelbgrün, mit undeutlicher, dunkler, hellgesäumter Mittellinie und weißlichen Seitenlinien.

Eier: Glänzend, olivbraun, tonnenförmig (in ringelförmigen Eigelegen).

Puppe: Kurz gedrungen, Cremaster knopfförmig mit 2 stark divergierenden kurzen Dornen.

Bioformel:

$$\frac{24 - 47}{7{,}2 + 24}$$

Biologisch zeigt *aescularia* mehrere Eigentümlichkeiten gegenüber den bisher besprochenen Frostspannern: einmal fällt die Flugzeit in die Monate Februar bis April, und sodann werden die Eier nicht vereinzelt,





Abb. 480. *Anisopteryx aescularia* Schiff. Roßkastanien-Frostspanner. Links ♂, rechts ♀.

sondern in Ringen um etwa bleistiftstarke Zweige (ähnlich wie beim Ringelspinner) abgelegt (Abb. 481). Die Zahl der Eier schwankt zwischen 50 und 200. Die Ringel werden mit etwas Afterwolle bedeckt. Bei Massenvermehrungen folgen sich manchmal mehrere solcher Ringel mit kurzer Unterbrechung an demselben Zweig, der dann mehrere Tausend Eier trägt. Nach Danilow (1893) sitzen die ♀♀ auf den Eiringeln einige Wochen bis zum Ausschlüpfen der Raupen.

Die Raupe ist polyphag an zahlreichen Laubbäumen, wie Roßkastanie, Eiche, Ahorn, Buche, Birke, Erle, Hasel, Ulme. Ihr Fraß erstreckt sich hauptsächlich auf austreibende Knospen und Blätter, die sie ausgiebig verspinnt. Die Blätter werden von unten durchlöchert, bis endlich nur die Blattrippen übrig bleiben.

Die Verpuppung findet Ende Juni, anfangs Juli in der Bodendecke in einem lockeren Gespinst statt.

A. aescularia kommt nicht selten in stärkerer Vermehrung zusammen mit *Ch. brumata* L. vor (Ratzeburg). Schon mehrfach schädlich aufgetreten; so fand 1887 ein starker Fraß in Westfalen statt, der sich 1888 bis zum Kahlfraße steigerte; gleichzeitig flog hier auch noch *Hibernia leucophaearia* Schiff. (s. oben). Nach Danilow (1893) und Zwierizomb-Zubkowski (1918) tritt *aescularia* im Don-Gebiet besonders an Ulmen in Baumschulen oft recht schädlich auf. Nach Danilow war der Schaden in den Jahren 1887/88 (also in den gleichen Jahren wie in Westfalen) besonders groß.

Die Bekämpfung kann in Baumschulen durch Abschneiden der Eiringel geschehen. Allerdings stehen hierfür (im Gegensatz zum Ringelspinner) nur wenige Wochen zur Verfügung.

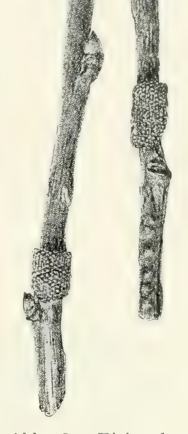


Abb. 481. Eiringel von *Anisopteryx aescularia* Schiff. Nach Reh.

Die zweite *Anisopteryx*-Art, *A. aceraria* Schiff., hat sich wirtschaftlich bisher noch nicht bemerkbar gemacht.

Als letzter Frostspanner sei genannt: *Phigalia pedaria* F. (Abb. 483), deren ♀ fast flügellos und deren ♂ groß ist (Spannweite 40—45 mm) und durch den spinnerartigen Habitus schon etwas an die Gattung *Biston* (s. unten S. 604) erinnert. Raupe sehr auffällig durch die bunte Färbung (grünlich, schwarz und gelb gefleckt) und durch die spitzen behaarten Warzen, die am 5.—11. Ring besonders gut ausgebildet sind (Taf. IX, Fig. 19).

In Rußland in Gemeinschaft mit verschiedenen *Biston*-Arten schädlich aufgetreten (s. unten S. 605).

Von den übrigen genannten Laubholzspannern seien nur noch folgende Arten als forstlich erwähnenswert hier besprochen:

Larentia dilutata Bkh.

Falter (Abb. 482): Vorderflügel weiß oder braungrau mit dunkler Bestäubung; Querlinie braun, gewellt, Wellenlinie verwaschen. Hinterflügel weißlich mit 2 dunklen Querbinden, Saumlinie braun, undeutlich (Spannweite ca. 34 mm). — Raupe grasgrün, mit sehr feinen weißlichen Längslinien und zuweilen mit purpurbraunen Zeichnungen auf den Ringen.

Der bei uns polyphag an verschiedenen Laubhölzern (Eiche, Buche, Ulme, Erle, Weide usw.) fressende und bis jetzt harmlos gebliebene Spanner scheint in Norwegen und Schweden fast ausschließlich oder wenigstens als Hauptfraßpflanze die Birke zu haben und dort auch stark zu Massenvermehrungen zu neigen.

Schöyen (1893) teilt über das norwegische Vorkommen folgendes mit: „Die Art findet sich über ganz Norwegen ausgebreitet und wird sowohl nord-

wärts als mit steigender Elevation in den Gebirgen immer häufiger, überall, wo sein Lieblingsfutter, *Betula odorata*, Wälder bildet; dort fliegen im Herbst die Schmetterlinge, immer in beträchtlicher Anzahl, in einigen Jahren so massenhaft, daß ihre Schwärme ein wolkenartiges Aussehen darbieten. Wie die Birkenwälder unter solchen Umständen von den Raupen verwüstet werden können, davon kann man sich durch die folgende Korrespondenz aus der Bergstadt Röros (24. 1. 1884) von der Hand eines Forstmannes eine Idee machen: „In den beiden Jahren 1882—83 war im Monat Juni der Wald wie belebt, es war überall ein Kriechen und Krabbeln sowohl an den Bäumen als auf der Erde; ging man unter den Bäumen umher, so wurde man in einem Augenblick ganz grün an seinen Kleidern von den herunterfallenden Raupen, und schlug man mit einem Stock an einen Birkenbaum, so rieselten die Raupen wie Regentropfen nach einem starken Regen. Sich im Walde zur Ruhe zu setzen, war unmöglich; man wurde nirgends in Frieden gelassen, und die Wald- und Wegearbeiter wurden arg geplagt." „Als ein Beispiel dafür, in welchen Massen diese Raupen sich vorfanden, kann genannt werden, daß die Wege über lange Strecken so dicht davon bedeckt waren, daß sie ganz grün aussahen, ganz wie mit Gras be-


Abb. 482. *Larentia dilutata* Bkh.


Abb. 483. *Phigalia pedaria* F.

wachsen. Nach den Wagenrädern zeigten sich hellgrüne Streifen von den zerquetschten Raupen; gleich nach einem starken Regenschauer fanden sich in den Weggräben solche Raupenmassen, daß sie dicke Lagen bildeten, die mit den Händen aufgeschöpft werden konnten, — sie waren in Milliarden vorhanden."

„Im Laufe des Monats Juli verpuppten sich die Raupen, und im August erschien das ausgebildete Insekt in so großen Massen, daß man, wenn man durch einen Birkenwald fuhr, denken konnte, es wäre Winter und Schneewetter, indem die Schmetterlinge große und dichte weiße Wolken bildeten. Kam man in eine solche Wolke hinein, mußte man unaufhörlich mit den Händen herumschlagen, um das Gesicht und die Augen frei zu halten."

Trägårdh (1921) stellte in Schweden eingehende epidemiologische Untersuchungen an, und zwar vor allem über die Zusammenhänge von Gradation, Parasitenvorkommen und Klima, deren Ergebnisse des allgemeinen Interesses halber hier auszugsweise mitgeteilt seien:

„Die eigentümliche Erscheinung, daß *L. dilutata* Bkh. nur in gewissen Gegenden periodisch zu Gradation gelangt, kann „nur durch die Annahme erklärt werden, daß gerade in diesen Gegenden gewisse Hemmungsfaktoren ausgeschaltet worden sind. Erstens die rote Waldameise (*Formica rufa* L.),

welche sonst den Schmetterlingsraupen in den Birken sehr eifrig nachstellt, aber in diesen Gegenden sehr spärlich vorkommt. Weiterhin sind in dieser Beziehung auch die Parasiten zu erwähnen. Es wurden zwei Arten, *Rhogas circumscriptus* Nees und *Itoplectis alternans* var. *Kolthoffi* Auriv., gezüchtet. Beide sind ausgesprochen polyhag und dürften demnach in den Gegenden, wo immer mehrere Wirtstiere vorhanden sind, ziemlich zahlreich vorhanden sein. Wenn wir aber annehmen, daß in der Birkenzone unserer Gebirgsgegenden *Cidaria (= Larentia) dilutata* das einzige Wirtstier ist, so folgt daraus, daß die betreffenden Parasiten gewöhnlich außerordentlich selten sein müssen, weshalb sie nicht von Anfang an in genügender Zahl vorhanden sind, um die Zunahme von *Cidaria* zu verhindern. Es dauert dies ein paar Jahre.

„Es ist also wahrscheinlich, daß die Abwesenheit der Waldameise sowie anderer Wirtstiere als *Cidaria dilutata* zu den beiden Schlupfwespen *Rhogas circumscriptus* und *Itoplectis alternans* die ersten Bedingungen zu der Massenvermehrung des Schmetterlings in der Birkenzone der schwedischen Hochgebirge darstellen.

„Außerdem müssen auch klimatische Einflüsse einwirken. Es zeigt sich, daß im Jahre 1917, d. h. im Jahre vor der hauptsächlichen Verheerung zwei außergewöhnlich warme Perioden vorkommen. Erstens Ende Mai bis Ende Juni 35 Tage mit einer Mitteltemperatur von 14,8 Grad Celsius, während die entsprechenden Zahlen für 1916 und 1918 nur 10,6 Grad Celsius resp. 10,2 Grad Celsius waren. Außerdem war im August 1917 die Mitteltemperatur 14,5, während die entsprechenden Zahlen für 1916 und 1918 nur 10,9 resp. 12,4 waren. Es scheint also, als ob ein warmer Frühling und ein warmer Herbst die Massenvermehrung von *L. dilutata* Bkh. begünstigen.

„Die Parasiten von *Larentia dilutata* Bkh. konnten erst im Jahre 1919 studiert werden. Die Untersuchung wurde Anfang Juli bei Medstugan in Jämtland vorgenommen. Sämtliche Larven, die allerdings dort zu dieser Zeit sehr spärlich vorkamen, waren parasitiert, und zwar wurden aus 30 Larven folgende Parasiten gezüchtet: *Rhogas circumscriptus* Nees. 27 Exemplare, *Itoplectis alternans* Grav. var. *Kolthoffi* Auriv. 1 Exemplar, *Gelis alternans* Thnbg. var. *petulans* Först. 1 Exemplar, *Gelis instabilis* Först. 1 Exemplar.

„Von diesen Arten sind die beiden *Gelis*-Arten unzweifelhaft Hyperparasiten. Die beiden ersteren Arten haben eine große Verbreitung und sind polyhag.

„*Rhogas* befestigt die leere Larvenhaut der *Larentia* in sehr charakteristischer Weise auf dem Blatt. Ehe die Larve stirbt, sind ihre Bauchfüße fest in einigen Spinnfäden auf dem Blatt befestigt. Nachdem der Parasit den Vorderteil der Larve entleert, biegt er den Kopf und den Thorax durch rhythmische Bewegungen nach unten um, bis schließlich die Larvenhaut das Blatt berührt. In demselben Augenblick, wenn dies geschieht, bohrt der Parasit ein Loch durch die Haut; aus diesem tritt ein wasserklarer Tropfen einer Flüssigkeit heraus, welche rasch koaguliert, wodurch die Larvenhaut an dem Blatt befestigt wird. Die Larvenhaut wird nachher ganz starr und braun gefärbt. Diese Methode scheint den *Rhogas*-Arten eigen zu sein, ist aber offenbar von den Forschern nicht genügend berücksichtigt worden.

„Trotzdem in diesem Falle 100% der Larven parasitiert waren, ist es doch wahrscheinlich, daß viele Larven, und zwar die gesunden, zu dieser

Zeit bereits die Birken zwecks Verpuppung verlassen hatten, also diese Zahl zu hoch ist. Diese Frage konnte aber nicht studiert werden."

Deilinia pusaria L.

Birkenspanner.

Ratzeburg: *Ph. B. (Cabera) pusaria* L.

Falter: Flügel weiß, fein grau bestäubt, auf den Vorderflügeln 3, auf den Hinterflügeln 2 bräunlich graue Querbinden (Abb. 484).

Raupe grün, auf dem Rücken breite, rotbraune Flecken mit weißer Umsäumung, oder die ganze Raupe dunkelbraun mit breitem, hellerem Rückenstreifen.

Puppe glänzend dunkelbraun, Cremaster einfach, stumpf.

Die Raupe lebt vorzugsweise an Birken und Erlen, dann aber auch an Weiden, Buchen, Eichen und Aspen. Besonders stark ist der Fraß auf jungen Pflanzen (Heistern). Verpuppung im Boden. Zwei Generationen, im Mai und August.

Ennomos quercinaria Hfn.

Die Gattung *Ennomos* Tr. enthält ziemlich plumpe Falter mit scharfer Vorderflügelspitze und wenigstens auf m_3 geeckten Flügeln; letztere werden in Ruhelage aufgestellt getragen (wie bei *Bupalus*). Raupen langgestreckt, 10füßig mit Querwülsten und kleinen Höckern und scharf abgesetztem, großem Kopf.

Von den durch ihre stark gezackten breiten Flügel ausgezeichneten „Zackenrandspannern" ist lediglich *quercinaria* bis jetzt als Schädling beobachtet worden (Krauße, 1919).

Falter (Abb. 485): Die Färbung von *E. quercinaria* ist bleich, ockergelb; Vorderflügel mit 2 braunen, beschatteten Querlinien, von denen sich die äußere auf



Abb. 484. *Deilinia pusaria* L. (Birkenspanner).



Abb. 485. *Ennomos quercinaria* Hfn.

die Hinterflügel fortsetzt. Unterseite der Vorderflügel mit violettbrauner Spitze, die der Hinterflügel ganz violettbraun. Spannweite 35—38 mm. — Raupe (Taf. IX, Fig. 11) rotbraun (es kommen auch grüne vor), mit Wülsten auf dem 5., 6. und 8. und zwei Warzen auf dem 11. Ring. Die Puppe ist (Krauße, 1919) an dem Cremaster leicht zu erkennen: er besteht aus 8 Haken, von denen 4 an der Spitze und 4 kleinere mehr kopfwärts stehen.

Nach Forstmeister Terstesse zeigte sich (Krauße, 1919) der Fraß in Saarbrücken „Ende Mai zuerst an unterdrückten Buchen, dehnte sich aber bald auf dominierende Bäume aus, so daß Mitte Juni in den befallenen Distrikten Kahlfraßstellen von 1 bis 4 ha festgestellt wurden. Befallen waren 80—100jährige Buchen. Das Fraßgebiet liegt auf einem flachen Bergrücken von etwa 3 km Länge und 1 km Breite aus Buntsandstein und zwar mitten in einem 2500 ha großen geschlossenen Waldkomplex." Mitte Juni waren

die Stämme mit den Raupen (sowohl der grünen als der braunen Form) reich besetzt. Die Puppen wurden an den Stämmen, etwa in Brusthöhe, hinter Rindenstücken, besonders aber in den Astwinkeln unterdrückter Buchen leicht eingesponnen und meist zu mehreren zusammen gefunden.

Außer auf Buche lebt die Raupe auch noch auf Eiche, Birke, Linde, Hainbuche, an Salweiden und Obstbäumen (besonders Apfelbäumen).

Die Art ist sehr weit verbreitet über Zentraleuropa, Südskandinavien, Livland, Norditalien, Dalmatien, im Taurus und in Armenien.

Krauße zog als Parasiten *Pimpla examinator* F.

Von den übrigen *Ennomos*-Arten, wie *alniaria* L. (Raupe braun, mit dunkler, fleckiger Zeichnung, auf dem 5. und 9. Ring je einen Doppelhöcker, auf dem 11. Ring 2 Spitzen: lebt Mai, Juni auf Birke, Linde und Weide), *erosaria* Hb. (Raupe hell graubraun, auf dem 2., 5., 6. und 8. Ring wulstige Erhöhungen, auf dem 11. Ring 2 Spitzen; lebt auf Birken, Eichen, Linden und Buchen), und *quercaria* Hb. (Raupe ähnlich wie die von *erosaria*, aber blässer: lebt nur auf Eichen) — ist bis jetzt noch kein größerer, wirtschaftlich bedeutungsvoller Fraß beobachtet.

Das gleiche trifft zu für die naheverwandte Gattung ***Selenia* Hb.,** deren eckige Flügelform ganz an *Ennomos* erinnert (Abb. 486); auch die Raupen haben durch ihre wulstigen Erhöhungen und Fortsätze eine unverkennbare Ähnlichkeit mit den Raupen der vorigen Gattung. Die 3 Arten leben an Laubholz, ohne daß aber bis jetzt ein stärkerer Fraß bemerkt wurde.

Abb. 486. Flügelgeäder von *Selenia tetralunaria* Hfn.



Abb. 487. *Selenia lunaria* Schiff.

Sel. bilunaria Esp. (Taf. VIII, Fig. 18). Raupe dick, rindenartig grau oder braun, mit zweispitzigem Höcker auf dem 8. und 9. Ring (Taf. IX, Fig. 12). Lebt Juni bis September auf Erlen, Weiden, Linden.

Sel. lunaria Schiff. (Abb. 487). Raupe bräunlich, dunkel gefleckt, mit Erhöhungen auf dem 5., 6., 9. und 10. Ring. Juni bis September auf Schlehen, Linden und Rosen.

Sel. tetralunaria Hfn. Raupe rindenartig grau mit hellen und dunklen Flecken; auf dem 5., 6., 8. und 9. Ring Erhöhungen. Juni bis September auf Hasel, Erle, Eiche, Birke, Weiden usw.

Zu den Spannern mit gezacktrandigen Flügeln gehört auch noch die Gattung ***Gonodontis* Hb.** mit der einzigen Art *bidentata* Cl. (Abb. 488), deren Raupe — grau braun oder schwärzlich, mit unregelmäßigen dunklen Flecken, auf dem 11. Ring ein kleiner Höcker (Taf. IX, Fig. 13) — nicht selten auf Pappeln, Schlehen, Eichen und Erlen lebt.

Himera pennaria L.

(Taf. VIII, Fig. 24.)

Hagebuchenspanner.

Falter: Flügel nicht gezackt, nur mit einigen flachen Ausbuchtungen. Fühler des ♂ sehr lang, doppelt gefiedert. Vorderflügel hell rotbraun, mit 2 braungelben, dunkelbraun beschatteten Querlinien, braunem Mittelfleck und einem weißen, schwarz geränderten Fleck vor der Spitze. Rippen gelblich bestäubt. Hinterflügel lichter, mit doppeltem, dunklem Mittelstreif. Spannweite 42—44 mm.

Raupe (Taf. IX, Fig. 14) fein behaart, graubraun, fleckenartig dunkelbraune Zeichnung an den Seiten, rindenfarbig; oder grau mit gelben Längslinien und Seitenflecken; auf dem 11. Ring mit 2 Spitzen.



Abb. 488. *Gonodontis bidentata* Cl.

Nitsche berichtet über einen starken Fraß des Hagebuchenspanners in Ungarn in den Jahren 1891 und 92.

„Die Raupe entwickelte sich bereits vor Ausbruch des Laubes und fraß die Knospen aus, so daß ganze Bestandspartien zunächst kahl blieben. Nach dem Laubausbruche verbreitete sie sich in die angrenzenden Bestände und entlaubte dieselben, indem sie Knospen und Blätter bis auf den Holzkörper verzehrte, und zwar auf „Hunderten von Jochen". Der Fraß dauerte von Ende März bis Mitte Mai. Alsdann erfolgte die Verpuppung in einem aus versponnenen „Erd- und Holzteilchen" verfertigten Kokon im Boden. Die Flugzeit des Spanners fiel in das Ende des Oktobers und in den Anfang des Novembers.

„Die auf Laubhölzern durchaus polyphage Raupe, die sogar den Nußbaum nicht verschmähte, bevorzugte die Traubeneiche und die Weißbuche. Mittelhölzer von 20—40 Jahren und lichtgestellte Eichenbesamungsschläge wurden besonders geschädigt. Obgleich sich die Kahlfraßgebiete im Laufe des Sommers wieder begrünten, fand doch überall ein erheblicher Zuwachsverlust statt, und die erwartete reichliche Eichelmast blieb aus."

Biston hirtarius Cl.

(Taf. VIII, 20).

Abb. 489. *Biston hirtarius* C.

Die Gattung *Biston* ist vor allem durch den spinnerartigen Habitus des ♂ ausgezeichnet. Bei manchen Arten haben die ♀♀ rudimentäre Flügel[1]).

B. hirtarius Cl. besitzt auch im weiblichen Geschlecht vollständige Flügel, nur sind sie dünner beschuppt als beim ♂. Vorderflügel weißlich, dicht schwarzgrau bestäubt, mit 3 breiten schwarzbraunen Querbinden. Leib sehr dick, nach hinten verjüngt. Spannweite 44 mm (Abb. 489).

[1]) Sie stimmen hierin mit den „Frostspannern" überein. Auch ihr Erscheinen ist meist sehr frühzeitig, wenn auch nicht so frühzeitig wie das von *Anisopteryx*.

Raupe (Taf. IX, Fig. 20) aschgrau oder braun, mit gelben Warzen, gelbem Halsband und dunklen Längslinien; auf jedem Ring 2 gelbe Fleckchen, auf dem 11. Ring 2 schwärzliche Spitzwarzen.

Raupe lebt Juni bis September polyphag auf Eichen, Ulmen, Weiden, Pappeln und Obstbäumen. In Rußland in Ulmenpflanzungen und -beständen schädlich aufgetreten (Schewyreuw und Ssacharow); hat auch verschiedentlich an Steinobstbäumen und an Hopfen (Bayern) Kahlfraß verursacht.

Biston stratarius Hfn.

Pappelspanner.

Falter: ♀ wie beim vorigen, mit vollkommenen Flügeln. Vorderflügel grünlich weiß, schwarz gesprenkelt, mit zwei schwarzen, stark gezackten Querstreifen, die ein helles Mittelfeld einfassen. Hinterflügel hell, aber mit dichter, dunkelbrauner Bestäubung und einer breiten, dunklen Querbinde.

Raupe rostbraun oder aschgrau, mit feinen Warzen und seitlichen Höckern auf dem 1., 7. und 8. Ring, und auf dem 11. mit einem Querwulst.

Die Flugzeit des Pappelspanners fällt in die Monate März bis Anfang Mai. Die Falter kopulieren am Stamm; die Weibchen kriechen sodann stammaufwärts, um in den Kronen ihre Eier (bis 2000!) abzulegen. Die Verpuppung findet wenige Zentimeter tief im Boden statt. Als Fraßpflanze werden Pappel, Linde und Eiche angegeben.

Dieser Spanner wurde erst vor kurzem von dem russischen Entomologen Stschelkanovzeff (1928) in die Forstentomologie eingeführt, und zwar auf Grund eines schädlichen Auftretens in den Eichenbeständen des Schipower Waldes. Der Fraß begann während der Dürre 1920—1924 und hielt bis 1928 an. Die regnerischen Jahre 1926—1928 mit naßkaltem Frühjahr bereiteten das Ende der Gradation vor. Die Raupen starben in Massen wahrscheinlich an Bakteriosen. Die Folgen des Fraßes waren sehr empfindliche; gingen doch 30 %, ja stellenweise 70—80 % der befallenen Bäume ein.

Von den übrigen *Biston*-Arten sei noch *B. pomonarius* Hb. genannt: Kleiner als *hirtarius*. ♂ noch mehr spinnerartig wie bei der vorigen Art. Flügel schmal, durchscheinend; Vorderflügel weißgrau, mit 4 verwaschenen, dunklen Querlinien, Hinterflügel mit 2 sehr undeutlichen. Der wollige, schwarze Hinterleib mit rotgelben Rückenstreifen, ♀ mit kurzen Flügelstummeln. Raupe hellgrau mit gelben Längslinien, rotgelbem Halsring und braunen, spitzigen Warzen, die auf gelben Flecken stehen. Lebt Mai bis Juli auf Eichen und Obstbäumen.

Neuerdings berichtet Ssacharow (1925) über größere Beschädigungen durch verschiedene *Biston*-Arten (*B. hirtarius* Cl., *hispidarius* F. und *pomonarius* Hb.) in Gemeinschaft mit anderen Spannern, wie *Phigalia pedaria* F. (Abb. 483 und Taf. IX, Fig. 19), *Anisopteryx aescularia* Schiff. und dem Ulmenspinner *Exaereta ulmi* Schiff. in Rußland. Die genannten Schmetterlinge traten 1921 in einigen Walddistrikten des Gouvernements Saratow in ungeheuren Mengen auf und richteten in den Wäldern und Gärten großen Schaden an. Die Gradation dauerte mehrere Jahre, so daß zahlreiche Bäume eingingen bzw. sekundären Schädlingen zum Opfer fielen.

Die *Biston*-Arten kommen nach Ssacharow bei sehr niedrigen Temperaturen aus den überwinterten Puppen (bei einer Temperatur der oberen Erdschicht von + 1,8° C und einer Lufttemperatur von + 8 bis + 12° C)[1].

[1]) Bei dem Roßkastanien-Frostspanner *Anisopteryx aescularia* Schiff. geht das Ausschlüpfen schon bei einer Bodentemperatur von 0,7° C und einer Lufttemperatur von 1,4° vor sich.

Die Zahl der Eier schwankt nach Ssacharow zwischen 500 und 1500. Die Eier werden in Rindenritzen usw. abgelegt. Die Raupenentwicklung nimmt 30 bis 55 Tage in Anspruch.

Amphidasis betularia L.

Astspanner, Großer Birkenspanner.

Gehört zu den größten Spannern unseres Faunengebietes und erinnert durch den spinnerähnlichen Habitus an die Gattung *Biston* Leach, von der sich die Gattung *Amphidasis* Tr. durch etwas schlankeren Bau, anliegender beschuppten Körper, ausgebildeten Rüssel, Mittel- und Endsporen der Hinterschienen und schwach behaarte Augen unterscheidet.

Falter (Abb. 490): Flügel (auch das ♀ hat vollständige Flügel) kreideweiß, schwarz punktiert und mit 5 schwarzen Vorderrandflecken sowie 2 schwarzen, zuweilen undeutlichen, stark gebrochenen Querlinien, deren äußere sich auf die Hinterflügel fortsetzen. Die Grundfarbe der Flügel ist stark variabel. Von der typischen Form kommen alle möglichen Übergänge vor bis zur vollständig schwarzen var. *doubledayaria* Mill., welch letztere, zuerst in England festgestellt, zur Zeit auch bei uns in auffallender Zunahme begriffen ist, bei einem gleichzeitigen Rückgang der hellen typischen Stücke. Spannweite 44—52 mm.

Raupe braun, gelblichgrün oder grau, mit dunkler, zuweilen fehlender Rückenlinie und großen, weißen Warzen auf dem 8. und 11. Ring und rostroten Luftlöchern (Taf. IX, Fig. 21). Auch sie ist bezüglich der Färbung und Zeichnung stark variabel.

Die Raupe lebt polyphag auf allen möglichen Laubhölzern, wie Rüster, Weide, Pappel, Birke, Eiche, Esche, Eberesche, Akazie und nach Eckstein (1930) auch an Lärche. Ratzeburg (F. 196) fand die Raupe am häufigsten auf den beiden letztgenannten Laubbäumen, besonders „auf jungen Pflanzen und Sträuchern, deren Blätter sie des öfteren gänzlich kahl abfraß“. Die Raupen stehen so steif wie ein Ast von dem Zweig ab und täuschen dadurch den Vorübergehenden, noch dazu, da sie die Farbe der Zweige haben, an denen sie sitzen „(Astspanner“). Man findet sie im September, Oktober ausgewachsen. Sie geht dann in die Erde und liegt in einer kleinen glatten, geformten Höhle über Winter. Der Schmetterling kommt im nächsten Mai oder Juni aus und schwärmt dann oft häufig genug herum.“ Ratzeburg berichtet, daß durch *betularia* schon ganze Birkenwälder kahlgefressen worden seien. Nach Aigner-Abafi (1900) kommt die Raupe in Ungarn sehr häufig an Pappeln, Weiden, Eschen und Apfelbäumen vor. „Im Jahre 1895 entblätterte sie im Afener Gebirge sämtliche gepflanzten jungen Eschen.“ In späteren Jahren fand er sie mehr an Akazien, die sie, namentlich die im Schatten stehenden jüngeren Sträucher, aber auch Bäume, zum Teil so kahl fraß, daß nur die Blattstengel übrig blieben.



Abb. 490. *Amphidasis betularia* L.

K. Eckstein (1930) konnte neuerdings auch das Vorkommen an Nadelholz feststellen. Im Oktober 1929 hat die Raupe des Birkenspanners bei Eberswalde die etwa 1 m hohen europäischen Lärchen kahlgefressen.

„Um einen Saatkamp waren Lärchen angepflanzt, einige derselben waren entnadelt, wie es die beigegebene Abbildung (Abb. 491) zeigt. An jeder Pflanze befand sich eine erwachsene Raupe, nur an einem Stämmchen deren zwei. Die Eier werden also einzeln abgelegt. Die Raupen waren erwachsen; wenige Tage nach dem Eintragen haben sie sich verpuppt."

Findet sich die Raupe in Pflanzschulen, so kann sie durch Absammeln oder durch Bespritzen oder Bestäuben mit einem Fraßgift bekämpft werden.

Als weitere Laubholzspanner werden verschiedentlich in der forstentomologischen Literatur außer den oben (S. 582) bei den Nadelholzspannern schon genannten *Boarmia crepuscularia* Schiff., *ribeata* Cl. und *Boarmia consortaria* F. noch folgende Arten genannt:

Metrocampa margaritata L. (Boarmiine), deren Raupe auf Eichen, Buchen und Hainbuchen lebt.

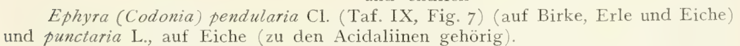


Abb. 492. *Larentia hastata* L.

Abb. 491. Fraß der Raupe von *Amph. betularia* L. an Lärche. Nach Eckstein.

Semiothisa notata L. (Raupe auf Weiden, Birken und Eichen), ferner

Larentia hastata L., ein durch seine Zeichnung sehr auffälliger Spanner (Abb. 492), dessen Raupe vornehmlich auf jungen Birken lebt in bauchig zusammengehefteten Blättern, deren Innenfläche benagend, und endlich



Ephyra (Codonia) pendularia Cl. (Taf. IX, Fig. 7) (auf Birke, Erle und Eiche) und *punctaria* L., auf Eiche (zu den Acidaliinen gehörig).

Keiner von diesen Spannern hat bis heute eine größere forstliche Bedeutung erlangt, doch machte der eine oder der andere sich gelegentlich durch stärkeren Flug oder stärkeren Fraß an einzelnen Bäumen bemerkbar; besonders trifft dies für *Larentia hastata* L. zu, die des öfteren massenhaft beobachtet wurde (Ratzeburg, W. II. 408).

Endlich seien noch genannt:

Geometra papilionaria L. (Großer Birkenspanner. Grünes Blatt), ein großer, lebhaft grün gefärbter Falter (Abb. 493), dessen Raupe (Taf. IX, Fig. 1) (grün mit gelblicher Seitenlinie, auf dem 2. und 5. bis 8. Ring je 2 kleine warzige Erhöhungen, Kopf und Afterklappe braun) auf Birken, Erlen, Buchen und Hasel zu treffen ist.

Abraxas grossulariata L. (Stachelbeerspanner, Harlekin), deren weißschwarze und gelbe Färbung sowohl der Falter (Abb. 494), als auch der Raupen überaus

charakteristisch ist. Die Raupe ist ein großer Schädling an Stachel- und Johannisbeere, kommt auch an Traubenkirsche *(Prunus padus)* vor. Forstlich ohne Bedeutung.







Abb. 493. *Geometra papilionaria* L. (Großer Birkenspanner). Etw. verkl.

Abb. 494. *Abraxas grossulariata* L. (Stachelbeerspanner). Schwach vergr.

Abraxas sylvata Scop. (= *ulmaria* Hb.), die eine ähnliche Fleckenzeichnung aufweist wie *grossulariata* (nur sind die Flecken hellgrau gefärbt), kommt auf Ulme vor, jedoch meist nur vereinzelt[1]).

Literatur über Laubholzspanner.

Aigner-Abafi, von, 1900, Zur Biologie der Lepidopteren V. Ill. Ztschr. f. Entom. S. 385.

Altum, B., 1884, Fraß der Raupe der *Cheimatobia boreata* an jungem Buchenaufschlag. Z. f. F. u. J. XVI. S. 63.

—, 1886, Das Streurechen zur Vertilgung forstschädlicher Insekten. Ebenda XVIII. S. 220—227.

—, 1889, Waldbeschädigungen durch Tiere und Gegenmittel. Berlin.

—, 1889, Die Winterspanner. Z. f. F. u. J. XXI. S. 641—647.

Borgmann, 1886, *Cheimatobia brumata* L. und *boreata* Hb. Verhandlg. der XI., XII. und XIII. Versammlg. d. Hess. Forstver. Hanau, 1886, S. 30—47.

Ebermayer, A., 1883, Beschädigung des heurigen Buchenaufschlages durch den gemeinen Frostspanner. Fw. Ctrbl. XXIII. S. 534.

Eckstein, K., 1930, Der Birkenspanner *(Amphidasis betularia)*. A. f. Schädlk. VI. S. 59.

Eidmann, 1930, Die Bekämpfung von Frostspanner und Eichenwickler durch Arsenbestäubung mittels Motorverstäuber. Mitt. Forstwirtschaft und Forstwissenschaft v. Preuß. Minist. f. Landw., Dom. u. Forsten. 355—386.

Hartig, Th., 1875, Verminderung des Stärkenzuwachses infolge des Raupenfraßes von *Geometra brumata*. Verhdl. Harz. Forstv. S. 35—37.

Heß, R., 1878, Vertilgung des Frostspanners durch den Brumata-Leim. Ctrbl. f. d. ges. Fw. IV. 134—136.

—, 1879, Nochmals über die Vertilgung des Frostspanners durch Leimringe. Ebenda V. 231.

[1]) Im bayerischen Forstamt Dannenfels ist *Abraxas sylvata* Scop. neuerdings (1930) zur Massenvermehrung gelangt, so daß es zu Kahlfraß gekommen ist. Forstmeister Reif berichtet, daß nur Ulmen befressen, und zwar nur solche von über 120 Jahren, während junge Ulmen und andere beigemischte Laubhölzer (Buche, Ahorn, Esche) nicht befallen wurden. „Ende September waren die unteren zwei Drittel der Kronen derart kahl gefressen, daß vielfach nur noch die mittlere Blattrippe vorhanden war, während das obere Kronendrittel noch Begrünung zeigte, aber auch bereits stark befallen war.“

—, 1880, Fang des Frostspanners. Ebenda VI. 123.
Krauße, A., 1919, *Ennomos quercinaria* Hfn. als Waldverderber. Z. f. F. u. J. 51. Jhrg. S. 153.
Ssacharow, 1925, A few Words on the Injurious Moth of the Genus *Biston* Leach. La Défense des Plantes. Leningrad 1925. (Referat in Rev. appl. Entom. XIII. 1925. S. 473.)
Schneider-Orelli, 1916, Temperaturversuche mit Frostspannerpuppen, *Operophthera brumata*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. Bd. 12, 133—152.
Schewyreuw, Iwan, 1893, Die schädlichen Forstinsekten Südrußlands. 1891. (Ref. Forst. Nat. Z. 1893.)
Stschelkanovzeff, I., 1928, Der Pappelspanner (*Biston strataria* Hfn.) im Schipower Wald des Gouvernements Woronesch. Défense des Plantes. Bd. V. S. 487—503. (Referat von v. Butovitsch in der Z. f. ang. Entom. XVII. S. 216.)
Thiem, H., 1922, Die Frostspannerplage im Niederungsgebiet der Weichsel bei Marienwerder (Wstpr.) und Beiträge zur Biologie des kleinen Frostspanners. Arb. Biol. R.-A. Bd. XI. Heft 1. S. 1—94.
Trägårdh, Ivar, 1921, Skogsinsekternas Skadegörelse under 1918. Medd. Stat. Skogsförs. Häfte 18, No. 6, 1921. (Hierin über *Cidaria dilutata*).
Uffeln, R., Beobachtungen über die Eiablage von *Cheimatobia brumata* L. und andere Herbstspanner. Z. f. wiss. Insektb. Bd. 12.
Wiese, 1873, Die Frostschmetterlinge. Allg. F. u. J. XLIX, 411—415.
—, 1887, Das Fangen der Frostschmetterlinge (*Geometra brumata* und *defoliaria*) im Jahre 1882. Ebenda LXIII. 68—69.
Wolff, M., 1915, Zur Praxis der Frostspannerbekämpfung in Eichenaltholzbeständen. D. F. Z. Band 30. S. 1023—1027.

Familie: Noctuidae (Eulen)[1].

Die Eulen bilden eine ungemein artenreiche Familie, meist mittelgroßer Falter, von ziemlich übereinstimmender Form und Färbung, an der sie mit wenigen Ausnahmen leicht zu erkennen sind. Ihr Körper ist gewöhnlich von kräftigem, jedoch nicht plumpem Bau. Fühler borstenförmig, etwas länger als der halbe Rand der Vorderflügel, das Wurzelglied verdickt. Fast immer fein gewimpert, bei den Männchen bisweilen mit Kammzähnen oder pinselartig gewimperten Sägezähnen, in der Regel jedoch ungezähnt mit Wimperpinseln oder zwei gegenüberstehenden stärkeren Borsten am Ende jeden Gliedes. Augen nackt oder behaart, Nebenaugen fast stets vorhanden. Palpen (der Hinterkiefer) behaart, kurz, meist mäßig aufsteigend. Zunge meist lang, kräftig gerollt, nur selten verkümmert. Brust lang behaart, Beine kräftig, die Vorderschienen mit Schienenblatt, die Hinterschienen mit vier verschieden entwickelten Sporen.

Die in der Ruhe steil dachförmig getragenen Flügel im Verhältnis zum Körper klein, mit meist ganzrandigem, nur selten gewelltem oder gelapptem Saum. Vorderflügel länglich dreieckig, mit meist düsterer, wenig lebhafter Färbung und einer charakteristischen Zeichnung („Eulenzeichnung"), bestehend gewöhnlich aus 2 Querstreifen (Abb. 495 *sa* und *sp*), 3 Makeln (*mr*, *mo* und *md*) und einer nahe dem Saum gelegenen Wellenlinie (*wv*). Hinterflügel schwächer als die Vorderflügel, faltbar, mit Haft-

[1]) Handlirsch und andere geben der Familie *Noctuidae* viel weitere Grenzen und schließen auch die Arctiiden und Lymantriiden (als Unterfamilien) mit ein. Wenn ich hier die *Noctuidae* in ihrer engeren Begrenzung, wie sie bisher üblich war, beibehalte, so tue ich dies auch mit aus Rücksicht auf die Praxis.

borste versehen, meist heller einfarbig, mit dunklerem Saum (nur bei einigen Gattungen leuchtend rot, gelb oder blau gefärbt).

Im Flügelgeäder (Abb. 496) der *m*-Stamm und die Analis meist ganz reduziert, im Vorderflügel ax_2 meist als deutliche kurze Ader erhalten, eine mehr oder weniger geschlossene oder offene Wurzelschlinge bildend, m_2 immer näher an m_3 als an m_1; meist eine geschlossene *r*-Zelle vorhanden. Im Hinterflügel *sc* nahe der Basis mit dem Zellvorderrand verbunden, so daß die Wurzelschlinge nur klein ist; m_2 meist schwächer als die übrigen Adern; meist ax_1 und ax_2 gut entwickelt.

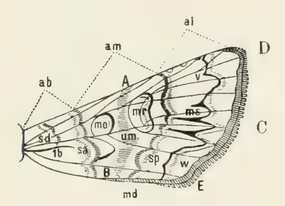


Abb. 495. Vorderflügel einer Eule mit der charakteristischen Eulenzeichnung. *A* Vorderrand, *B* Innenrand, *C* Saum oder Außenrand, *D* Vorderwinkel (Spitze), *E* Hinterwinkel, *ab* „Wurzelfeld", *am* „Mittelfeld", *al* „Saumfeld", zwischen Wurzel- und Mittelfeld der „vordere Querstreif" (*sa*), zwischen Mittel- und Saumfeld der „hintere Querstreif" (*sp*), im Saumfeld die „Wellenlinie" (*w—v*) mit pfeilartigen Vorsprüngen zur Wurzel (*ms*), im Mittelfeld die 3 Makeln: *mr* Nierenmakel, *mo* Ringmakel, *md* Zapfenmakel. Aus Nitsche.

Hinterleib kurz behaart, mitunter auf der Oberseite in der Mitte mit Haarschöpfen versehen. Sekundäre Geschlechtsmerkmale wenig auffallend.

Die Eier sind gewöhnlich rund, gerippt und oben eingedrückt.

Die Raupen (s. Tafel XIII) sind mit verhältnismäßig wenig Ausnahmen (*Acronycta* usw.) nackt, meist 16füßig, manche jedoch (dauernd oder wenigstens in der Jugend) auch nur 14- oder 12füßig, indem das erste oder die beiden ersten Bauchfußpaare mehr oder weniger rückgebildet sind oder auch ganz fehlen können (der Gang ist dann auch „spannerartig").

Die Falter fliegen gewöhnlich des Nachts oder in der Dämmerung, (nur wenige auch bei Tage), um den Saft von Blumen oder Bäumen oder auch Honigtau zu saugen (sie können daher auch leicht mit Köder erbeutet werden). Die nachtfliegenden Eulen sitzen tagsüber gewöhnlich ruhig in der Nähe des Bodens, durch ihre unscheinbare bzw. „sympathische" Färbung geschützt; gestört fliegen sie aber lebhaft fort.

Die Eier werden vereinzelt oder in Zeilenform meist dort abgelegt, wo die Raupen ihre Nahrung finden, also direkt an die Blätter, die Nadeln usw.

Die Raupen verhalten sich biologisch recht verschiedenartig. Die meisten sind nächtliche Tiere d. h. sie obliegen dem Hauptfraß des Nachts und sind bei Tag unter Steinen oder an der Futterpflanze verborgen, andere fressen tagsüber unterirdisch und kommen des Nachts an die Oberfläche, um ihren Fraß an den oberirdischen Pflanzenteilen fortzusetzen; wieder andere bohren sich in die Pflanzen (Stengel, Blütenköpfchen) ein usw.

Die Verpuppung erfolgt nur bei wenigen Arten über der Erde in Gespinsten, bei den meisten im Boden, in Erdkokons mit oder ohne Gespinst.

Die Generation ist bei den meisten Eulen einjährig. Die Überwinterung findet entweder als Raupe statt oder als Puppe, selten als Ei oder Falter. Die Flugzeit fällt meist in den Sommer und Herbst, selten, wie z. B. bei der forstlich so überaus wichtigen Forleule, in die Frühjahrsmonate.

Die geographische Verbreitung der Noctuiden erstreckt sich (in tausenden von Arten) über die ganze Erde bis in die Polarregion.

Wirtschaftlich kommt den Eulen eine sehr bedeutende Rolle zu sowohl in der Land- als in der Forstwirtschaft. Es sind zwar verhältnismäßig nur wenig Arten, die als Schädlinge in Betracht kommen, doch diese gehören zum Teil in die Reihe der schlimmsten Großschädlinge. Es sei nur erinnert an die Saateulen (Erdraupen), die der Landwirtschaft in manchen Jahren Millionenverluste verursachen, oder an die Forleule, die vor wenigen Jahren die größte Waldkatastrophe, die Deutschland je erlebte, herbeigeführt hat.

Systematisch bieten die Eulen infolge ihrer Gleichförmigkeit ziemliche Schwierigkeiten und es ist daher verständlich, daß von den verschiedenen Autoren verschiedene Gruppierungen aufgestellt werden.

Abb. 496. Flügelgeäder einer Eule, *Plusia gamma* L. (*sc* im Hinterflügel nahe der Basis mit dem Zellvorderrand verbunden, eine kurze Wurzelschlinge bildend).

Im Staudinger-Rebel-Katalog werden die Eulen in 4 Unterfamilien eingeteilt: *Acronyctinae*, *Trifinae*, *Scoleopteryginae* und *Quadrifinae*. Spuler behält die Vierteilung bei, aber mehr aus praktischen Gründen (um mit dem Staudinger-Katalog konform zu gehen), als aus Gründen persönlicher Überzeugung. Handlirsch teilt die Eulen *(Noctuinae)* auf Grund des Flügelgeäders und der Taster und Beine in 3 Triben ein *(Hypenini*, *Plusiini* und *Noctuini)*.

Nitsche behält aus praktischen Gründen die alte Gerstäckersche Gruppierung bei, die die Eulen in 1. „spinnerartige Eulen *(Noctuinae bombyciformes)*, 2. „eigentliche Eulen" *(Noctuinae genuinae)* und 3. „spannerartige Eulen" *(Noctuinae geometriformes)* einteilt, und zwar auf Grund des Habitus der Falter und Raupen und ihrer Lebensweise.

1. *Noctuinae bombyciformes:* Habitus des Falters deutlich an Spinner erinnernd, Fühler der Männchen nicht selten wie bei den Spinnern doppelt gekämmt, Raupen meist lang behaart, zur Verpuppung oberirdische Kokons spinnend. Hierher folgende Gattungen: *Acronycta* Ochsh., *Panthea* Hb., *Colocasia* Ochsh. (= *Demas* Stph.) und *Diloba* Stph.

2. *Noctuinae genuinae:* Typischer Eulenhabitus. Raupen nackt, meist 16füßig. Hierher gehört die größte Zahl der Eulen. Nitsche nennt folgende Gattungen: *Agrotis* Ochsh., *Mamestra* Tr., *Dichonia* Hb., *Gortyna* Ochsh., *Taeniocampa* Gn., *Panolis* Hb., *Calymnia* Hb., *Scopelosoma* Curt., *Calocampa* Stph.

3. *Noctuinae geometriformes:* Meist deutlicher Spannerhabitus. Raupen nicht selten nur 12füßig. Hierher folgende Gattungen: *Plusia* Ochsh. und *Catocala* Schrk.

Hering teilt die Noctuiden in 7 Unterfamilien ein: 1. *Sarrothripinae*, 2. *Chloëphorinae*, 3. *Acronyctinae*, 4. *Trifinae*, 5. *Gonopterinae*, 6. *Quadrifinae* und 7. *Hypeninae*.

Die uns interessierenden Unterfamilien lassen sich unter Anlehnung an Hering folgendermaßen dichotomisch darstellen:

1. Vorderflügel niemals einfarbig grün 2
— Grundfarbe der Vorderflügel stets grün . . . . *Chloëphorinae*[1])
2. Im Hinterflügel Ader m_2 meist schwächer als die übrigen Adern oder wenigstens an ihrem Ursprung rückgebildet, oder wenn gleich stark, dann die Vorderflügel schwarz mit weißen Querlinien, oder die Fühler beim ♂ stark gekämmt 3
— Im Hinterflügel Ader m_2 normal entwickelt, Hinterleib gegen das Ende zugespitzt 4
3. Schienen stets ohne Dornen, Augen immer nackt, Raupen stets behaart, Falter von deutlichem Spinnerhabitus, Fühler beim ♂ nicht selten doppelt gekämmt, Raupen meist lang behaart . . . . . . *Acronyctinae*
— Schienen oft mit Dornenborsten, Augen manchmal behaart, Raupen immer nackt. Falter von typischem Eulenhabitus . . . . . . *Trifinae*
4. Im Hinterflügel m_2 am Ursprung an m_3 genähert; Palpen nicht auffallend groß, Körper gedrungen, Hinterleib gegen das Ende zugespitzt *Quadrifinae*
— Im Hinterflügel m_2 fast parallel m_3, Palpen sehr lang, den Kopf überragend, sehr schlanker Körper . . . . *Hypeninae*

Von diesen Unterfamilien entsprechen die *Acronyctinae* ungefähr den *Noctuinae bombyciformes* Gerstäckers, die *Trifinae* ungefähr den *Noctuinae genuinae* und die *Quadrifinae* etwa den *Noctuinae geometriformes;* nur ist bei Hering die Gattung *Diloba* zu den *Trifinae* gestellt, während sie bei Nitsche unter den *Acronyctinae* (bzw. den *Noctuinae bombyciformes*) eingereiht ist. Ferner erscheint bei Hering die Gattung *Earias* bei den Eulen *(Chloëphorinae)*, während sie bei Nitsche zu den Spinnern, bei Nüßlin-Rhumbler und anderen in eine besondere Familie, die Kahnspinner *(Cymbidae)*, und bei Handlirsch zu dem Arctiinen-Tribus *Nycteolini* gestellt wird.

Kurze Charakteristik der hier behandelten Gattungen.

Chloëphorinae.

Gattung *Earias* Hb. (= *Halias* Tr.).

Ader r_5 im Vorderflügel entspringt mit r_3 und r_4 gestielt; im Hinterflügel fehlt m_2 (Abb. 497).

Kleine Falter, deren Vorderflügel grün gefärbt sind und die dadurch sowie durch ihren Habitus eine gewisse Ähnlichkeit mit dem grünen Eichenwickler besitzen. Hinterflügel gerundet, breit, bis fast an den After reichend. Raupen grünlich, behaart; die heimischen Arten leben an Weiden und Pappeln.

Gattung *Hylophila* Hb.

Ader r_5 im Vorderflügel entspringt aus der Zelle, im Hinterflügel m_2 vorhanden.

Vorderflügel breit, dreieckig, grün mit weißlicher Querzeichnung. Hinterflügel kurz und schmal, das Ende des Hinterleibes nicht erreichend. Palpen lang, mit dünnem, langem Endglied, das die Stirn ganz überragt. Fühler borstenförmig, bewimpert. Raupen glatthäutig, nach vorne verdickt, leben an Laubhölzern (Buchen und Eichen).

Acronyctinae.

1. Im Hinterflügel m_2 annähernd so stark wie m_1 und m_3, Fühler des ♂ kammzähnig 2

—

[1]) Die Angabe Herings, daß bei den *Chloëphorinae* im Vorderflügel die ax_2 fehlt, beruht auf einem Irrtum (s. Abb. 497).

— Im Hinterflügel m_2 deutlich schwächer als die anderen Adern (Abb. 498) 3

2. Vorderflügel schwarz mit weißen Zackenbinden, Fühler des ♂ kurz kammzähnig. Im Vorderflügel die Anhangszelle breit auf der Mittelzelle sitzend, Augen bewimpert, Nebenaugen und Palpen sehr klein. Raupe ziemlich lang behaart, mit ringförmigem Haarbesatz an den Einschnitten der Brustringe und mit Haarbüscheln auf dem 4. und 11. Ring *Panthea* Hb.

— Im Vorderflügel herrschen graue oder braune Töne vor, Fühler des ♂ lang, kammzähnig. Im Vorderflügel Anhangszelle auf einem Stiel aus der Mittelzelle entspringend; im Hinterflügel m_2 stark m_3 genähert. Raupe stark behaart mit längeren Haarpinseln am 1., 4., 5. und am 11. Ring (Taf. XIII, 6) . . . . *Colocasia* Ochsh. (= *Demas* Stph.)

3. Hinterleib mit einer Reihe von Rückenschöpfen, Fransen der Hinterflügel mehr oder weniger schwarz und weiß gescheckt. Palpen nicht abstehend behaart. Im Vorderflügel entspringt r_2 aus der Anhangszelle. Raupe nur wenig behaart . . . . *Craniophora* Snell.

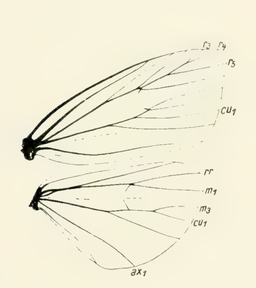


Abb. 497. Flügelgeäder von *Earias chlorana* (Vorderflügel r_3—r_5 gestielt, Hinterflügel ohne m_2).

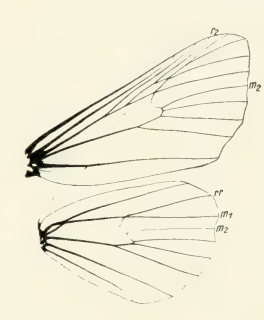


Abb. 498. Flügelgeäder von *Acronycta aceris* L. (Hinterflügel m_2 schwächer als die übrigen Adern).

— Hinterleib höchstens auf dem Basalsegment mit einem Rückenschopf, Fransen der Hinterflügel meist ungescheckt. Palpen kurz und grob behaart mit kurzem Endglied. Fühler einfach borstenförmig. Vorderflügel meist weißgrau mit dunklen Zeichnungen. Raupen meist lang und dicht behaart (Taf. XIII, 2) . . . . *Acronycta* Ochsh.

Trifinae.

1. Augen auf ihrer Oberfläche kurz behaart (man verwechsle nicht damit die um das Auge herumstehenden Wimpern!) 2

— Augen ganz nackt, höchstens von Wimpern umgeben 4

2. Hinterleib mit aufrechtstehenden Rückenschöpfen. Saugrüssel lang und stark. Thorax grob haarschuppig, mit geteilten Vorder- und Hinterschöpfen. Hinterleib kegelförmig, beim ♀ am Ende abgestutzt, ohne vorstehenden Legebohrer. Im Vorderflügel cu_1 und m_3 gestielt; im Hinterflügel m_2 schwächer als die übrigen (Abb. 499). Raupen walzig, nach hinten oft etwas dicker, mit einzelnen Härchen auf Punktwarzen besetzt . . . . *Mamestra* Tr.

— Hinterleib ohne Rückenschopf 3

3. Palpen verkümmert, trotz der langen Behaarung kaum bis zum Stirnschopf reichend, Endglied ganz undeutlich. Saugrüssel spiralig. Fühler beim ♂ mit sehr kurzen, pinselartig bewimperten Zähnen (Abb. 504 A). Im Vorderflügel m_2 und m_3 kurz gestielt, im Hinterflügel m_2 nur angedeutet, m_3 und cu_1 kurz gestielt (Abb. 500). Vorderflügel lebhaft bunt, heller oder dunkler rotbraun. Raupe nackt, grün, hellgestreift; an Nadelholz (Kiefer) . . . . *Panolis* Hb.

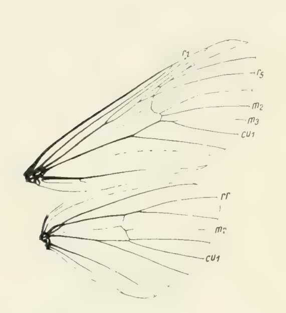


Abb. 499. Flügelgeäder von *Mamestra pisi* L. (Vorderflügel m_3 und cu_1 gestielt, Hinterflügel m_2 schwächer als die übrigen Adern).

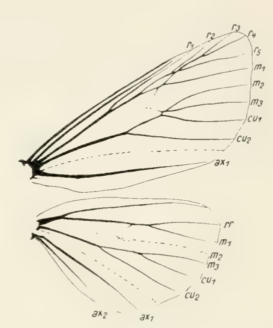


Abb. 500. Flügelgeäder von *Panolis flammea* Schiff. (Vorderflügel m_2 und m_3 gestielt, Hinterflügel m_2 nur angedeutet).

— Palpen länger als die Stirnbehaarung, nach unten hängend oder schräg nach vorn unten gerichtet, Endglied deutlich. Thorax breit, dichtwollig, ohne Kamm, Beine und Hinterleib kurz. Flügel klein. Raupen nackt oder mit einzelnen Härchen, walzig, nach dem 11. Ring hin etwas verdickt (Taf. XIII, 12); meist an Laubhölzern . . . . . *Taeniocampa* Gn.

4. Mittelschienen immer, oft auch alle Schienen mit Dornborsten. — Meist düster, braun oder grau gefärbte Eulen, seltener mit lebhaft gelb gefärbten und schwarz bebänderten Hinterflügeln. Stirn unter der Behaarung flach. Palpen aufsteigend, das Endglied geneigt. Thorax robust ohne schneidigen Längskamm. Hinterleib ohne Schöpfe. Im Hinterflügel m_2 erheblich schwächer als die übrigen; m_3 und cu_1 kurz gestielt (Abb. 501). Raupen nackt, meist plump (Taf. XIII, 7), leben an niederen Pflanzen oder an Wurzeln . . . . . . *Agrotis* Ochsh.

— Mittel- und Hinterschienen stets ohne Dornborsten 5

5. Vorderschenkel keulenartig verdickt, innen mit einer Rinne zur Aufnahme der Schiene. Kopf und Thorax grob und flach behaart, mit ausgeschnittenem Halskragen und eckig vortretendem Vorderwinkel der Schulterdecken. Hinterleib mit flachen Rückenschöpfen. Fühler des ♂ büschelweise kurz bewimpert. Raupen dick, walzig, nackt, mit ausgesprochenen Zeichnungen, leben an Laubholz . *Dichonia* Hb.

— Vorderschenkel nicht verdickt 6

6. Thorax trägt hinter dem Halskragen (Patagia) eine kamm- oder gratartige Erhebung 7

— Thorax hinter den Patagia ohne Längskamm, aber oft mit vereinzelten Schöpfen 9

7. Saum der Vorderflügel gezähnt. Palpen sehr kurz, hängend, bis zur Spitze lang wellig behaart, das Endglied sehr klein versteckt, Thorax

breit, viereckig gewölbt. Hinterleib flachgedrückt. Raupe schwarz mit heller Zeichnung, mit einzelnen feinen Haaren besetzt (Taf. XIII, 15); lebt an Laubholz (Mordraupe) . . . . *Scopelosoma* Curt.

— Saum der Vorderflügel glatt (wenn eine Andeutung von Zähnen vorhanden ist, ist der Apex scharf, fast sichelartig vorgezogen) . . . 8

8. Augen an den Rändern mit langen Wimperborsten. Vorderflügel von lebhaft gelber Grundfarbe, mit scharfer Spitze, Hinterflügel hell. Raupen schlank, nackt, leben an Laubbäumen, Sträuchern und niederen Pflanzen . . . . *Xanthia* Tr.

— Augen ohne lange Randwimpern. Hinterleib sehr lang, den Analwinkel der Hinterflügel so weit überragend, daß der vor demselben gelegene Teil ebenso lang ist wie der dahinterliegende Teil. Vorderflügel breit, dreieckig, mit schwach geschwungenem Saum. Palpen aufsteigend, wollhaarig, mit einem kurzen, dicken, geneigten Endglied. Thorax gewölbt, quadratisch, vorn mit einem Längskamm, hinten schwach geschopft. Raupe dickwalzig, mit schwarzen Punktwarzen und hornigem Nackenschild (Taf. XIII, 13); lebt in den Stengeln verschiedener Pflanzen . . . . *Gortyna* Hb.

9. Rüssel verkümmert, kurz und weich. Plumper Falter von ausgesprochen spinnerartigem Habitus. Fühler des ♂ stark gekämmt, beim ♀ sägezähnig. Die ersten Glieder der Palpen vorn abstehend behaart, das lineare Endglied beschuppt. Thorax kurz und breit, wollig behaart, ebenso der Hinterleib, jedoch ohne Schöpfe. Im Hinterflügel *rr* und m_1 gestielt, m_3 nahe bei cu_1 entspringend (Abb. 502). Raupe dick, walzig, mit borstentragenden Punktwärzchen (Taf. XIII, 9), lebt an Laubbäumen . . . . *Diloba* Boisd.

— Rüssel normal, hornig, meist lang 10

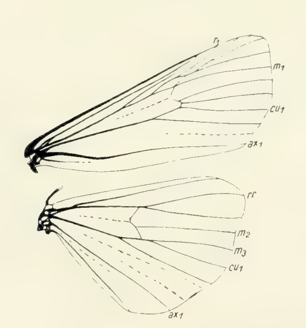


Abb. 501. Flügelgeäder von *Agrotis segetum* Schiff. (Hinterflügel *m* und cu_1 kurz gestielt, m_2 erheblich schwächer als die übrigen).

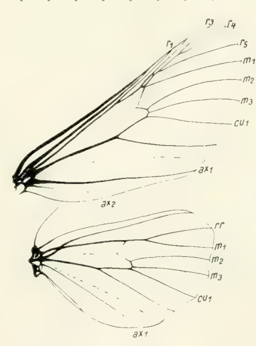


Abb. 502. Flügelgeäder von *Diloba coeruleocephala* L. (Hinterflügel *rr* und m_1 gestielt, m_3 nahe bei cu_1 entspringend).

10. Kleinere Eulen von 25—30 mm Spannweite. Vorderflügel von deutlicher Querzeichnung beherrscht. Palpen, Stirn und Beine anliegend behaart, erstere aufwärts gekrümmt, mit emporstehendem, zylindrischem Endglied. Thorax gerundet, fein anliegend behaart. Hinterleib schlank. Vorderflügel kurz, mit rechtwinkliger Spitze. Raupen dickwalzig, nach vorn etwas verdünnt, mit einzelnen Härchen auf Punktwarzen; leben an Laubbäumen (Mordraupen) . . . . *Calymnia* Hb.

— Große Eulen von 50—60 mm Spannweite; Vorderflügel mit längsgerichteter Zeichnung. Flügel schmal. Palpen dicht am Kopf anliegend, bis an das Ende dicht filzig behaart. Vorderschopf des breiten Thorax flach. Die Falter tragen in der Ruhe die Flügel der Länge nach gefaltet und dem Leib angeschmiegt, so daß sie dürrem Holz ähnlich sehen. Raupen nackt, gestreckt, mit bunter Färbung (Taf. XIII, 14); leben vorwiegend an niederen Pflanzen . . . . *Calocampa* Stph.

Quadrifinae.

1. Hinterflügel bunt, mit roten, gelben oder blauen Zeichnungen; Falter groß. Vorderflügel mindestens 20 mm lang, oben unansehnlich grau, unten mit scharfen, grellen Zeichnungen. Stirn und Palpen anliegend behaart, letztere stark entwickelt. Saugrüssel lang und stark. Augen nackt, groß und kugelig. Fühler dünn, beim ♂ büschelweise bewimpert. Brust und Beine fein wollig behaart. Vorderschienen unbewehrt, Mittelschienen mit Dornborsten. „Ordensbänder" . . *Catocala* Schrk.

— Hinterflügel nicht mit roter, gelber oder blauer Zeichnung (wenn doch gelb, dann die Vorderflügel unter 20 mm lang) 2

2. Augen am Rande mit langen Wimpern; Augen selbst nackt. Mittelgroße, ziemlich schlanke, metallglänzende Eulen. Fühler borstenförmig, beim ♂ kurz und dicht bewimpert. Stirn und Palpen fein und anliegend wollig behaart, Halskragen gewölbt. Rücken kurz, mit sehr feiner, glatter Behaarung, die hinter dem Halskragen sattelförmig aufsteigt und hinten steil abgestutzt ist. Hinterleib schlank, mit starken Haarschöpfen über der Mitte. Vorderflügel scharf zugespitzt, am Hinterwinkel meist eckig vortretend. Hinterflügel einfarbig oder gelblich mit schwarzer Saumbinde, ca. 50 Arten . . . . *Plusia* Ochsh.

— Augenrand unbewimpert. Kräftig gebaute, große Eulen. Endglied der Palpen linear. Thorax breit, dicht wollig behaart. Die kräftigen Beine mit bedornten Mittel- und Hinterschienen . . . . *Pseudophia* Gn.

Hypeninae.

Gattung *Hypena* Schrk.

Vorderflügel gestreckt, mit scharfer Spitze und bauchig geschwungenem Saum. Palpen mit sehr langem, schneidig beschupptem Mittelglied und kleinem, etwas aufgerichtetem Endglied. Fühler borstenförmig, bei den ♂♂ länger oder kürzer gleichmäßig bewimpert. Augen nackt, unbewimpert. Stirn mit horizontal vorstehender grober Beschuppung, die zwischen den Fühlern einen spitzen Schopf bildet. Hinterflügel breit und verhältnismäßig kurz. Raupen nur 14füßig (1. Bauchfußpaar fehlt). Forstlich indifferent, dagegen landwirtschaftlich als Hopfenschädling von Bedeutung (*H. rostralis* L.).

Übersicht über die hier behandelten Eulen-Arten in systematischer Reihenfolge.

1. Chloëphorinae.

Earias (Halias) chlorana L., Weidenkahneule (S. 762).
Hylophila prasinana L., Buchenkahneule (S. 765).

2. Acronyctinae.

Acronycta aceris L., Ahorneule (S. 767).
— *leporina* L., Wolleule (S. 768).
— *megacephala* F., Großkopf (S. 768).
— *alni* L., Erleneule (S. 769).
— *tridens* Schiff., Dreizackeneule (S. 769).
— *psi* L., Pfeileule (S. 769).

— *cuspis* Hb., Gabeleule (S. 770).
— *auricoma* F., Schleheneule (S. 770).
Craniophora ligustri F., Ligustereule (S. 770).
Panthea coenobita Esp., Klosterfrau (S. 618).
Colocasia (Demas) coryli L., Graue Eicheneule (S. 770).

3. Trifinae.

Agrotis vestigialis Rott., Kiefernsaateule (S. 776).
— *segetum* Schiff., Wintersaateule (S. 780).
— *tritici* L., Weizeneule (S. 786).
— *exclamationis* L., Graseule (S. 787).
— *nigricans* L. (S. 788).
— *corticea* Hb., Graue Erdeule (S. 788).
Mamestra pisi L., Erbseneule (S. 789).
Diloba coeruleocephala L., Blaukopf (S. 771).
Dichonia aprilina L., Aprileule (S. 773).
Panolis flammea Schiff., Forl- oder Kieferneule (S. 619).
Taeniocampa incerta Hfn. (S. 774).
— *pulverulenta* Esp. (S. 774).
Xanthia citrago L. (S. 772).
Gortyna ochracea Hb., Gemeine Markeule (S. 772).
Calocampa exoleta L., Moderholzeule (S. 794).
— *vetusta* L. (S. 794).
Calymnia trapezina L., Ulmeneule (S. 774).
Scopelosoma satellitium L., Mordraupeneule (S. 788).

4. Quadrifinae.

Plusia gamma L., Gammaeule (S. 791).
Pseudophia lunaris Schiff., Braunes Ordensband (S. 790).
Catocala fraxini L., Blaues Ordensband (S. 775).
— *nupta* L., Rotes Ordensband (S. 775).
— *elocata* Esp., Pappelordensband (S. 775).
— *sponsa* L., Mittleres Eichenkarmin (S. 775).
— *promissa* Esp., Kleines Eichenkarmin (S. 775).
— *paranympha* L. (*fulminea* Scop.), Gelbes Ordensband (S. 775).
und andere.

5. Hypeninae.

Hypena rostralis L., Hopfeneule (S. 616).

Übersicht der hier behandelten Eulen nach ihrem biologisch-forstlichen Verhalten.

I. Bestandsschädlinge.

A. Nadelholz.

Nur eine Art:
Panolis flammea Schiff. An Kiefer (S. 619).
Als „täuschendes“ Forstinsekt:
Panthea coenobita Esp. (S. 618).

B. Laubholz.

Earias chlorana L. An Weide (S. 762).
Hylophila prasinana L. An Buche und Eiche (S. 765).
Acronycta aceris L. An Ahorn, Roßkastanie, Pappel u. and. (S. 767) und verschiedenen anderen *Acronycta*-Arten (S. 768).
Craniophora ligustri F. An Liguster und Syringe (S. 770).
Colocasia (Demas) coryli L. An Hasel und Buche, Eiche, Birke, Pappel (S. 770).

Diloba coeruleocephala L. An Obstbäumen, Schlehe, Weißdorn (S. 771).
Xanthia citrago L. An Linde (S. 772).
Gortyna ochracea Hb. An Holunder, Weide usw. (S. 772).
Dichonia aprilina L. An Eichen, Obstbäumen (S. 773).
Taeniocampa incerta Hfn. An Eiche, Birke, Pappel u. and. (Mordraupe) (S. 774).
— *pulverulenta* Esp. An Eiche, Ahorn u. and. (S. 774).
Calymnia trapezina L. An Eiche, Birke, Ulme, Weide, Pappel (Mordraupe) (S. 774).
Catocala fraxini L. An Pappel, Esche, Ulme, Ahorn (S. 775).
— *nupta* L. An Weide und Pappel (S. 775).
— *elocata* Esp. An Weide und Pappel (S. 775).
— *sponsa* L. An Eiche (S. 775).
— *promissa* Esp. An Eiche (S. 775).
— *paranympha* L. An Schlehe, Weißdorn, Pflaume (S. 775).

II. Kulturschädlinge.

Agrotis vestigialis Rott. In Kiefern- und Fichtenkulturen (S. 776).
— *segetum* Schiff. Sehr polyphag, auch in Forstkämpen (Nadelholz, Buche) (S. 780).
und verschiedene andere *Agrotis*-Arten (S. 786).
Scopelosema satellitium L. An Eiche, Buche, Ahorn, Weide (Mordraupe) (S. 778).
Plusia gamma L. Sehr polyphag, auch in Kiefernkulturen (S. 791).
Pseudophia lunaris Schiff. In Eichenkulturen (S. 790).
Mamestra pisi L. Polyphag, auch in Nadelholzkulturen (Fichte, Kiefer, Lärche) (S. 789).
Calocampa exoleta L. Polyphag an Laubholz (S. 794).
— *vetusta* L. Polyphag an Laubholz (S. 794).

Unter den genannten Eulen spielt die **Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff.,** die größte forstliche Rolle, sie gehört zu den schlimmsten Forstschädlingen überhaupt. Unter den Kulturschädlingen sind die beiden **Saateulen** (*Agrotis vestigialis* Rott. und *segetum* Schiff.) als forstlich besonders beachtenswert hervorzuheben. Die übrigen hier genannten Eulen spielen forstlich im allgemeinen nur eine recht untergeordnete Rolle und sind nur ausnahmsweise als Schädlinge hervorgetreten.

Bionomie und forstliches Verhalten der verschiedenen Eulen-Arten.

Wie bei den Spannern werden wir auch bei den Eulen die Besprechungen der einzelnen Arten nicht in systematischer Reihenfolge vornehmen, sondern nach ihrem forstlichen Verhalten, und zwar je nachdem es sich um Bestands- oder Kultur-, Nadel- oder Laubholzschädlinge handelt.

I. Bestandsschädlinge.

A. An Nadelholz.

Als Schädling in Nadelwäldern kommt für unser Faunengebiet nur eine Art in Betracht[1]).

[1]) An Fichte kommt die zu den spinnerartigen Eulen gehörende *Panthea coenobita* Esp. (Taf. X, Fig. 10) vor, welche deshalb besonders erwähnenswert ist, weil sie bis auf die mangelnde rote Zeichnung des Hinterleibs der Nonne täuschend ähnlich sieht und mit ihr nicht selten verwechselt wird. Auch die Raupe entbehrt nicht einer gewissen Ähnlichkeit mit der Nonnenraupe, ebenso wie auch mit der Kiefernspinnerraupe (vgl. auch Nitsche, 1896). *Panthea coenobita* kommt als Schädling nicht in Betracht, sie stellt lediglich ein sog. täuschendes Forstinsekt dar.

Panolis flammea Schiff.

(Taf. X, Fig. 1—5.)

Kiefern- oder Forleule.

Ratzeburg: *Noctua (Trachea) piniperda* Esp. — Altum: *Trachea piniperda* L. — Nitsche: *Noctua (Panolis, Trachea) piniperda* Pz. — Wolff-Krauße: *Panolis flammea* Schiff. — Nüßlin-Rhumbler: *Noctua (Panolis) griseovariegata* Goeze. — Sonstige Synonyme: *Noctua piniperda* Loeschke, *telifera* Payk, *spreta* F., *pini* Vill.[1]).

Die Eule gehört zu den schlimmsten Forstschädlingen. Wissenschaft und Praxis haben sich daher von jeher schon eingehend mit ihr beschäftigt, so daß eine umfangreiche Literatur über sie besteht. Besonders die Kalamitäten des letzten Dezenniums in Preußen und Bayern, die riesige, vorher nicht gekannte Dimensionen angenommen haben, haben unsere Kenntnisse mächtig gefördert. Sachtlebens Monographie gibt einen guten Überblick über den Stand unseres Wissens von der Zeit nach Beendigung der großen norddeutschen Katastrophe (1923—1925). Seitdem haben unsere Kenntnisse noch eine ganz wesentliche Erweiterung erfahren, durch die zielbewußten Forschungen und Arbeiten, die während der eben abgelaufenen bayerischen Kalamität von seiten des zoologischen und botanischen Institutes der Forstlichen Versuchsanstalt wie von seiten der Forstverwaltung durchgeführt worden sind. Von den zoologischen Arbeiten seien vor allem die grundlegenden Untersuchungen Zwölfers genannt, sodann die Studien von Meyer, Berwig und Weis. Von botanischer Seite hat v. Tubeuf das außerordentlich wichtige Problem der Wiederbegrünung nach Eulenfraß sehr erfolgreich bearbeitet, und endlich ist auch noch Mustergültiges auf dem Gebiete der



A



B

Abb. 503. Die Kiefern- oder Forleule, *Panolis flammea* Schiff., A an der Rinde sitzend, B gespannt. Nach Seiff.

[1]) Über die Synonymie siehe Sachtleben (1929, S. 9).

Organisation der Bekämpfung durch Forstmeister Sindersberger geleistet worden[1]). So ist die Kieferneule heute wohl das nach den neuesten wissenschaftlichen Gesichtspunkten am besten durchgearbeitete Forstinsekt. Ich betrachte es als eine glückliche Schicksalsfügung, daß ich die Ergebnisse dieser wertvollen Arbeiten in letzter Stunde noch in diesen Band aufnehmen konnte.

Beschreibung.

Der Falter. Kopf und Brust lang rötlich grau behaart mit weißlichem Rande des Halskragens. Hinterleib kurz gelbgrau behaart, mit hellen, feinen Querstreifen und dunkler Seitenrandbehaarung. Übrigens variiert die Färbung dieser Körperteile sehr stark, ebenso wie die der Flügel, bei denen die Grundfarbe leberrot (ab. *lomnickii* Mokr.), ziegelrot, rötlich-gelbbraun (*forma typica*), gelblich, gelblichgrau, grau bis graugrün (var. *griseovariegata* Goeze) sein kann. Dieser Veränderlichkeit ist auch die Zeichnung mehr oder weniger unterworfen. Für gewöhnlich stellt sich die Zeichnung folgendermaßen dar: Die nach vorne stark auseinanderlaufenden, dunkelrotbraunen, gezackten, heller gerandeten Querstreifen der Vorderflügel stoßen am Hinterrande fast zusammen. Wellenlinie weißlich, sehr verloschen, der Raum zwischen ihr und dem hinteren Querstreifen durch ovale, gelbrote Flecke ausgefüllt. Nierenmakel hellgrau, weiß und dunkel gerandet. Ringmakel schneeweiß, saumwärts unten spitz ausgezogen, mitunter auch dunkel gerandet, Adern am Saum schwarz, Fransen dunkelgrau, den Adern entsprechend weiß durchschnitten. Hinterflügel dunkelgrau mit weißen Fransen. Fühler des Männchens mit kurzen Wimperpinseln (Abb. 504). Spannweite 30—35 mm.

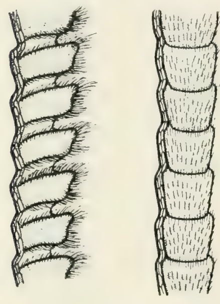


Abb. 504. Einige Fühlerglieder von *Panolis flammea* Schiff. A Männchen (mit Wimperpinseln), B Weibchen. Stark vergr.

Das Ei. Die Farbe des frisch abgelegten Eies ist hellgelblich oder weißlich grün. In der Form gleicht es einem Napfkuchen, d. h. es ist oben in der Mitte mit einer näpfchenartigen Vertiefung versehen, von deren Grund sich eine kleine Warze abhebt. Die gegenüberliegende Seite ist abgeflacht, mit ihr sitzt sie der Nadel auf. Von der Vertiefung bzw. von der Ringfurche am oberen Pol ziehen zahlreiche Rillen oder Riefen, die sich hier und da verzweigen, nach abwärts (Abb. 505). Am Grunde der Rillen ist eine seichte Grübchenreihe bemerkbar (ähnlich wie auf den Flügeldecken mancher Borkenkäfer). Die Eier sind sowohl mit den benachbarten, als auch mit der Unterlage durch einen Kitt fest verbunden. Die Größe des frisch gelegten Eies beträgt $0{,}6 \times 0{,}8$ mm. Über die Form der Eigelege siehe unten S. 637 und Abb. 523.

Während der Embryonalentwicklung erfährt das Ei manche Veränderungen. Nach einigen Tagen, bei Zimmertemperatur gewöhnlich vom 4. Tag an, vollzieht sich eine deutliche Umfärbung, indem die Eier eine mehr braune oder vielmehr rosabräunliche (nach Sachtleben violettbraune) Farbe zeigen, die wiederum nach Verlauf von mehreren Tagen, makroskopisch betrachtet, in eine graublaue, bis zum Ende der Eiperiode in eine dunkler werdende

[1]) Ich möchte bei dieser Gelegenheit nicht versäumen, den Herren der Praxis, unter ihnen insbesondere Herrn Forstmeister Dr. Kuhn in Heideck, der stets mit dem größten Entgegenkommen unsere wissenschaftlichen Forschungen unterstützt hat, ferner Herrn Oberforstmeister Sinner, der uns Gelegenheit gegeben hat zur Aufnahme der auf Taf. XI und XII wiedergegebenen Farbenphotographien, auch hier meinen verbindlichsten Dank abzustatten.

violette Tönung übergeht. Mit der Lupe betrachtet sehen die Eier in diesem Stadium mehr rosa-bläulichgrau aus und zeigen je nach der Stellung des Beobachters mehr oder weniger schönen Goldglanz.

Die Rillen, die anfänglich sich nur wenig abheben, werden mit der Zeit deutlich sichtbar, und auch die Umrißform des Eies erfährt am Ende der Eiperiode dadurch eine Veränderung, daß die dellenartige Vertiefung am oberen Pol verschwindet, d. h. der eingedrückte Teil sich hebt und so das Ei höher wird. Die Größe beträgt jetzt $0,7 \times 0,8$ mm.

Erfolgen die hier genannten Veränderungen nicht oder weicht die Farbänderung von der gegebenen Schilderung ab, so deutet dies darauf hin, daß die Eier abgestorben sind, sei es infolge Parasitierung oder anderer Ursachen.

Die Raupe. I. Stadium. (Eiraupe.) (Abb. 506.) Kopf auffallend groß, honigfarben, Kopfbreite 0,40 mm [1]). Färbung der Raupe mit Ausnahme des 1. und letzten Segmentes blau- bzw. graugrün. Bindenzeichnung noch wenig ausgesprochen. Dagegen treten die Insertionsstellen der feinen Borsten deutlich als schwarze Pünktchen hervor. Die Bauchfüße von hinten nach vorn an Größe merklich abnehmend; das 1. Paar fast rudimentär. Daher geschieht die Fortbewegung durch Spannen. (Achtung vor Verwechslung mit Spannerraupen!) Siehe S. 643 [2]).

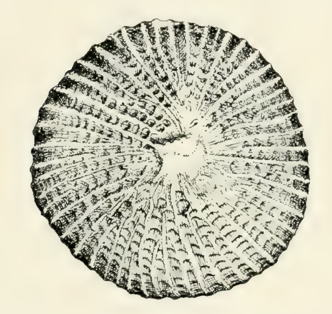


Abb. 505. Ei von *Panolis flammea* Schiff. (Stark vergr.). Nach Mokrzecki.



Abb. 506. Eiraupe von *Panolis flammea* Schiff. (1. Bauchfußpaar fast rudimentär). 6×.

II. Stadium. (Einhäuter.) Kopfbreite 0,69 mm. Kopf mit spärlicher, heller Behaarung versehen, stark glänzend, hinten gelbbraun, vorne heller mit vertiefter Scheitellinie; beiderseits je ein halbkreisförmiger, schwarzbrauner Fleck. Mundwerkzeuge hell graugrün. Nackenschild auf dem 1. Segment glasig grün, an den Seiten schwach aufgebogen, mit undeutlicher, heller Mittellinie und 8 schwarzen Flecken, aus deren Mitte schwarze, nach vorn oder aufwärts gerichtete Haare hervorragen. Grundfarbe der Raupe dunkel mattgrün (unter der Lupe mehr blaugraugrün), nach dem Körperende zu heller, letztes Segment leuchtend glasig grün, ähnlich wie der Nackenschild. Über die Rückenmitte der Raupe zieht sich, am 1. Segment schmal beginnend und dann sich verbreiternd, eine weiße Binde, beider-

---

[1]) Die Kopfkapselbreite der verschiedenen Stadien ist übrigens durchaus nicht konstant, sondern, wie aus Zwölfers Messungen hervorgeht, sogar ziemlich variabel; die hier angegebenen Zahlen stellen den Durchschnitt dar (siehe unten S. 623).

[2]) In der Praxis unterläuft zuweilen eine Verwechslung der Eiraupe mit jungen *Lophyrus*-Larven. Uns wurden mehrfach solche gebracht unter der Angabe, daß die Eiraupen der Eule doch auch alte Nadeln fressen. Die *Lophyrus*-Larven sind aber ohne weiteres an ihrer dunklen Kopffarbe und der Zahl der Bauchfüße zu erkennen.

seits begleitet von zwei weiteren hellen Längsstreifen, von denen der innere dunkel gesäumt erscheint. Endlich verläuft oberhalb der Stigmen noch eine leuchtend schwefelgelbe Längsbinde, die in der Mitte des letzten Segmentes endigt. Im ganzen sind also 7 Längsbinden vorhanden[1]).

Außerdem stehen auf jedem Segment dorsal 4, weiter seitlich 2 oder 3 schwarze Haare inmitten schwarzer Flecken, die von einem helleren Hof umgeben sind. Die 4 dorsalen sind auf dem 2. und 3. Segment in einer Querreihe, auf den übrigen Segmenten wieder trapezförmig angeordnet.

Bauchseite in der Mitte heller. Brustfüße glasig graugrün, nach dem Ende zu schwarz chitinisiert und mit kurzen, hellen Haaren besetzt. Bauchfüße heller, das 1. Paar noch deutlich kürzer als die übrigen, daher noch Spannbewegung. Auch das Spinnvermögen noch stark ausgebildet. Körperlänge vor der 2. Häutung 12 mm.



Abb. 507. Zweihäuter-Raupe von *Panolis flammea* Schiff. (das erste Bauchfußpaar ist fast voll entwickelt). $2^1/_2\times$.

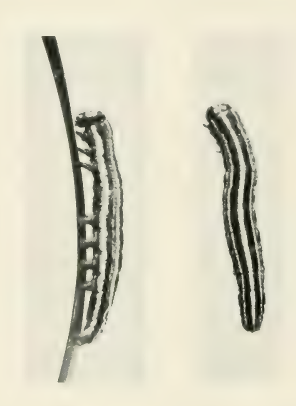


Abb 508. Vierhäuter-Raupe von *Panolis flammea* Schiff. Nat. Gr.

III. Stadium. (Zweihäuter.) (Abb. 507.) Kopfbreite 1,42 mm. Kopf nach der Häutung hellrotbraun mit weißer, netzartiger Zeichnung; bald dunkelt die Färbung nach.

Färbung und Zeichnung der Raupe wie beim Einhäuter, nur zeigt die über den Stigmen gelegene breite Längsbinde einen mehr orangefarbenen Ton und tritt noch deutlicher hervor. Nach Sachtleben soll auch der dunkle Saum über dem obersten hellen Seitenstreifen für dieses Stadium charakteristisch sein. Brustfüße rotbraun, Bauchfüße grünlich. Das 1. Bauchfußpaar ist nun fast voll entwickelt und den übrigen Bauchfüßen gleichwertig (daher kein „Spannen" mehr). Spinnvermögen geringer. Körperlänge vor der Häutung 19 mm.

IV. Stadium. (Dreihäuter.) Kopfbreite 2,08 mm. Der Kopf ist meist glänzend schwarzbraun gefärbt. Gelegentlich zeigen einzelne Raupen jedoch die gelblich-rötliche Kopffärbung des folgenden Stadiums. Die direkt nach der Häutung auftretende netzartige Zeichnung verliert sich allmählich. Die Färbung der Raupe ist im allgemeinen dieselbe wie beim vorigen Stadium, nur die orangegelbe Seitenlinie be-

[1]) Zur Unterscheidung der Eulen- und Spannerraupe sei darauf hingewiesen, daß bei der letzteren die Streifenzeichnung auf den Kopf übergreift (s. oben S. 466 und 467, Abb. 408 B und C).

kommt dorsalwärts eine weißliche Einfassung. Es kommen allerdings von diesem Stadium an auch viel dunklere Exemplare vor, die „ganz dunkelgrüne, fast schwarze Grundfarben ...... haben" (Ratzeburg). Spinnt nicht mehr. Körperlänge vor der Häutung 29 mm.

V. Stadium. (Vierhäuter.) (Abb. 508.) Kopfbreite 3,04 mm. Kopf fast stets gelblich rot, sonstige Färbung im allgemeinen wie beim Dreihäuter. Stigmenbinde dunkel orangefarben, Mittelbinde breit und sehr deutlich hervortretend, Seitenbinden im Verhältnis dazu schmäler erscheinend und weniger leuchtend weiß. Körperlänge vor der Verpuppung 37—40 mm.

Wie oben schon erwähnt, sind die hier angegebenen Maße für die Kopfkapselbreite der verschiedenen Häutungsstadien Durchschnittszahlen, denn nach Zwölfer (1931) können die Maße „für jedes einzelne Stadium erheblich variieren. Besonders zwischen dem 3. und 4. Stadium (Zwei- und Dreihäuter) können auf der einen Seite gelegentlich Maximal-, auf der anderen Seite Minimalgrößen auftreten, die fast ineinander übergehen und eine sichere Unterscheidung dieser Entwicklungsstufen zuweilen erschweren. Genauere Messungsergebnisse unter Berücksichtigung der Variationsbreite sind in der folgenden Zusammenstellung enthalten."

Kopfkapselbreite der Raupen von *P. flammea* Schiff.

Häutungsstadium	Zahl der Messungen	Minimum mm	Mittel mm	Maximum mm
I. (Eiraupe)	20	0,39	0,40	0,43
II. (Einhäuter)	20	0,66	0,69	0,76
III. (Zweihäuter)	23	1,11	1,42	1,82
IV. (Dreihäuter)	57	1,95	2,08	2,27
V. (Vierhäuter)	66	2,61	3,04	3,20

Vor jeder Häutung wird die Färbung der Raupen dunkler grün, der Kopf schwärzlich. Übrigens variiert vom III. oder IV. Stadium an, wie oben schon bemerkt, die Grundfarbe nicht unwesentlich; von hell bis dunkelgrün, ja fast bis schwarz.

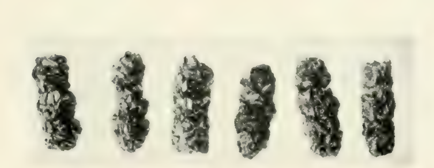


Abb. 509. Raupenkot der Kieferneule. 4×.



Abb. 510. Puppe der Kieferneule. A seitliche, B ventrale, C dorsale Ansicht. Schwach vergr.

Der Raupenkot ist lang und dünn, walzenförmig, aus 3 deutlich getrennten semmelförmigen Stücken zusammengesetzt (Abb. 509).

Puppe. Die Puppe (Abb. 510) hat eine Länge bis 18 mm; es gibt auch weit kleinere Formen (Kümmerformen) von 15 mm und darunter. Sie ist glänzend braun, auf der Oberseite meist etwas dunkler. Von den anderen Eulenpuppen ist sie daran leicht zu unterscheiden, daß dorsal am Vorderende des 4. Hinterleibssegmentes ein dreieckiges oder nierenförmiges Grübchen sich befindet, das von einem dunklen, quergestreiften Wall umgeben ist

(Abb. 511 A). Der Aftergriffel ist oben gewölbt, unten etwas eingedrückt und endet mit 2 langen, geraden Dornen, deren Spitzen entweder einfach oder gegabelt sind (Abb. 511 B). Außerdem befinden sich an ihm jederseits noch 2 hellbraune Borsten, die allerdings häufig abgebrochen sind.

Bezüglich der Skulptur ist vor allem auffallend, daß es 2 verschiedene Formen von Eulenpuppen gibt: bei der einen ist die Ventralseite des Thoraxabschnittes grübchenartig punktiert (Fingerhutskulptur) (Abb. 512), bei der anderen ist sie glatt. Diese Erscheinung hängt nicht mit sexuellen Differenzen zusammen (Krauße, 1925; Sachtleben, 1929). Die beiden Geschlechter lassen sich im übrigen an der Lage der Geschlechtsöffnungen (s. oben S. 34) leicht unterscheiden (s. Abb. 511 B).

Geographische Verbreitung.

Die geographische Verbreitung der Kieferneule ist eine sehr große und erstreckt sich über „das nichtpolare Nord- und Mitteleuropa, südlich bis Katalonien, Südfrankreich, Mittelitalien, Südwestrußland und bis ins Wolga-

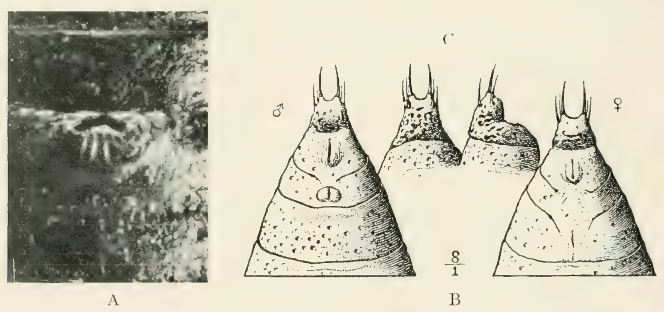


Abb. 511. Puppe der Kieferneule. A Rückengrübchen am 4. Hinterleibssegment, B Hinterende vom Männchen und Weibchen (Ventralseite). C die letzten Segmente (dorsale und seitliche Ansicht). B und C nach Ljungdahl aus Sachtleben.

gebiet (auch in Japan, wohl weiter verbreitet in Asien)“ (Spuler). Ihr Verbreitungsgebiet fällt wohl im großen und ganzen zusammen mit dem Verbreitungsgebiet der gemeinen Kiefer. „Doch scheint es, als ob sich klimatische Bedingungen in der Ausdehnung der Forleule nach Norden und Süden, wo sie nicht bis zur Kieferngrenze reicht, geltend machten: In Nordeuropa geht die Kiefer bis etwa 70° nördlicher Breite, die Forleule nur bis 63°; in Spanien erreicht die Südgrenze der Kiefer die Sierra Nevada, die Forleule soll, wenn die bisherigen Angaben in der Literatur vollständig sind, nur bis Katalonien reichen“ (Sachtleben 1929).

Bionomie.

Fortpflanzung.

Schlüpfen der Falter. Im Wald beginnt das Schlüpfen der Falter Ende März und kann bis Anfang Juni andauern. Es liegen sogar Beobachtungen vor, die von einem Auskommen der Falter Mitte Februar berichten (Brettmann, 1925). Die genannten Zeitpunkte sind Extreme. Die Hauptschlüpfzeit kann bald früher, bald später liegen — je nach den



Noctuiden ⟨Eulen⟩

1–5 Panolis flammea *Schiff.* 6 Agrotis vestigialis *Rott.* 7 Agrotis segetum *Schiff.* 8 Agrotis exclamationis *L.* 9 Acronycta aceris *L.* 10 Panthea coenobita *Esp.* 11 Taeniocampa incerta *Hfn.* 12 Scopelosoma satellitia *L.* 13 Catocala paranympha *L.* 14 Plusia gamma *L.* 15 Diloba caeruleocephala *L.* 16 Pseudophia lunaris *Schiff.* 17 Demas coryli *L.* 18 Calymnia trapezina *L.* 19 Calocampa vetusta *Hb.* 20 Gortyna ochracea *Hb.* 21 Mamestra pisi *L.* 22 Dichonia aprilina. 23 Acronycta leporina *L.* 3/4 nat. Größe.

Witterungsverhältnissen, die in den einzelnen Jahrgängen herrschen, und unter denen die Temperaturen den Haupteinfluß auszuüben scheinen. So begann z. B. bei der letzten Kalamität in Heideck das Schlüpfen Ende März, erreichte zwischen 27. April und 5. Mai seinen Höhepunkt, zu welchem Termin ca. 80% der Puppen geschlüpft waren, um dann immer mehr abzuflauen und am 1. Juni zu enden (Abb. 513).

Experimentelle Untersuchungsergebnisse über die Temperaturabhängigkeit des Schlüpfens teilt Zwölfer (1931) mit. Nach ihm müssen die Puppen der Kieferneule, die bereits im Herbst den äußerlich fertig ausgebildeten Falter enthalten, im Frühjahr im Anschluß an die Überwinterung noch eine weitere Entwicklung durchlaufen, die sich auf innere Organe, zum mindesten auf das generative System bezieht. Die Erreichung eines bestimmten Entwicklungszustandes des letzteren ist — wie dies an ♀♀ Puppen gezeigt werden konnte — Voraussetzung für die Erlangung der Schlüpfreife. Zu diesen Entwicklungsvorgängen „bedürfen überwinternde Forleulenpuppen im Frühjahr einer gewissen Temperatursumme. Als wirksam erwiesen sich hierbei nur Temperaturen oberhalb eines Grenzwertes, der zwischen 4° bis 8° C liegt. Beobachtungen über den Zeitraum, den das Schlüpfen der Puppen in verschiedenen konstanten Temperaturen beansprucht, und theoretische Überlegungen sprechen dafür, daß dieser Grenzwert annähernd bei 6° C liegt, — eine Temperaturstufe, die auch sonst im Leben der Kieferneule als Entwicklungsnullpunkt eine ausgezeichnete Rolle spielt". Die Wärmesumme (Thermalkonstante[1]), die zu diesen Entwicklungsvorgängen notwendig ist, wird von Zwölfer annäherungsweise mit 160 angegeben. So war das Schlüpfen dem Winterlager im Dezember entnommener Puppen in seinen Versuchen bei einer konstanten Temperatur von 22° C in 10 Tagen beendigt, während es bei 8° C rund $2^1/_2$ Monate währte.


Abb. 512. Puppe der Kieferneule. Fingerhutskulptur der Thoraxabschnitte. ca. 4×.

„Der Vorgang des Schlüpfens selbst ist von der Temperatur des Entwicklungsnullpunktes unabhängig: Puppen, die die Schlüpfreife einmal erlangt haben, vermögen auch bei Temperaturen unterhalb des Entwicklungsgrenzwertes von 6° C zu schlüpfen", wie auch Meyer berichtet, daß bei 5° C das Schlüpfen einiger Falter stattfand. Für die untere Temperaturgrenze des Schlüpfaktes ist vermutlich der Aktivitätsnullpunkt maßgebend, d. h. jene Temperatur, bei der die Kältestarre der Falter eintritt. Für letztere werden auf Grund orientierender Messungen Temperaturen zwischen — 2° bis + 4° C angegeben. Doch liegen in der Literatur Beobachtungen vor, wonach die Falter noch bei Lufttemperaturen von — 5° C in Bewegung angetroffen worden sein sollen (Theuerkauf, 1925).

Theoretisch ist nach Zwölfer aus diesen Erwägungen zu folgern, daß jene Puppen, die an Plätzen mit geringem Wärmeschutz liegen, welche im Frühjahr der raschesten Erwärmung ausgesetzt sind, im allgemeinen ihre

---

[1]) Siehe hierüber oben S. 56.

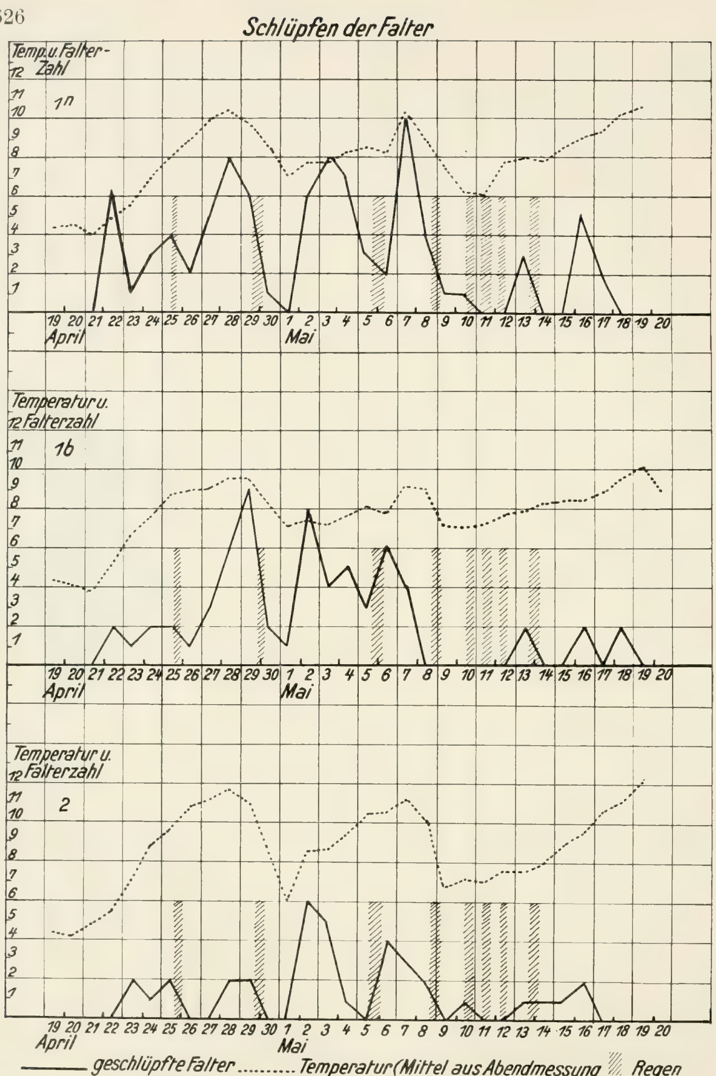


Abb. 513. Diagramme des Schlüpfens der Falter. 1 n: in 28 jährigem Stangenholz, Streutyp 1, obere (unzersetzte) Streuschicht = 6,4 cm, Rohhumus = 2,4 cm, Boden: Sand. — 1 b: ungefähr 40 jähriges Stangenholz, Streutyp 1, obere (unzersetzte) Streuschicht = 4,8 cm, Rohhumus = 6,2 cm, Boden: Sand, stellenweise anmoorig. — 2. 83 jähriges Altholz, Streutyp 2, obere (unzersetzte) Streuschicht = 2 cm, Humus = 2 cm. Nach Meyer.

Schlüpfreife früher erlangen werden als solche, die an Orten mit gutem Wärmeschutz überwinterten. Dies gilt allerdings nur dann, wenn sowohl an den Plätzen mit geringem als auch an jenen mit starkem Wärmeschutz die Abkühlung während kalter Zwischenperioden unter den Entwicklungsnullpunkt von 6° C sinkt. Ist dies nicht der Fall, oder sinkt nur an den schlecht wärmegeschützten Orten die Temperatur unter den genannten Grenzwert, während sie an gut geschützten gleichzeitig auch während der kühlen Perioden (nächtliche Abkühlung!) oberhalb des Grenzwertes verbleibt, dann kann ein Ausgleich erfolgen: Der etwa vorhandene Entwicklungsvorsprung der Puppen an Orten mit rascher Erwärmungsmöglichkeit würde in diesem Fall von Puppen, die an gut geschützten Orten liegen, wieder ausgeglichen werden. Die Abb. 514 a und b erläutern diese Verhältnisse schematisch: die

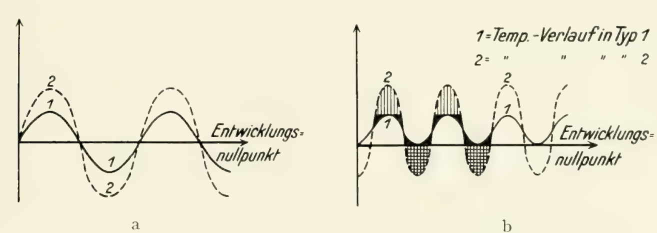


Abb. 514. Temperaturverlauf im Puppenlager mit verschiedenem Wärmeschutz (schematisch). Nach Meyer.

flache Kurve stellt den Temperaturgang in wärmegeschützten Puppenlagern vor, die Kurve mit großer Amplitude würde dem Temperaturgang an schlecht wärmegeschützten Plätzen entsprechen. Wirksam sind in beiden Fällen theoretisch nur die über dem Entwicklungsnullpunkt liegenden Wärmegrade, welch letzterer durch die Gerade dargestellt ist.

„Als Überwinterungsplätze mit geringem Wärmeschutz im obigen Sinn haben Böden mit dünner Streudecke und dünnem Humusbelag zu gelten (welche dem Meyerschen Typ 2 entsprechen), insbesondere wenn sie der Insolation ausgesetzt sind. Auch streuberechte Flächen wären hierher zu zählen. Guten Wärmeschutz bieten demgegenüber Böden mit dicker Humusschicht, mit hohem Moosbelag, dichter Beerkrautdecke usw. (Meyers Typ 1 [1])".

Es dürfte hiermit zusammenhängen, daß Beobachtungen aus dem Freiland vorliegen, die sowohl von einem zeitigeren Schlüpfen der Puppen bei dünnem Streubelag sprechen (streuberechte Flächen; vergl. Sachtleben, 1929, S. 24, Judeich-Nitsche, S. 930) als auch andere, nach denen ein Unterschied der Schlüpfintensität bei gut wärmegeschützten Böden und solchen mit geringem Wärmeschutz nicht in Erscheinung trat. Letzteres geht deutlich aus den Beobachtungen Meyers hervor, deren Einzelheiten aus den beigegebenen Diagrammen (Abb. 513) ohne weiteres zu ersehen sind.

Da die beiden erörterten Fälle stets in der Natur vorkommen, da ferner die Beschaffenheit der Bodendecke überall großen Schwankungen unterliegt, und da endlich die Puppen selbst unter gleichen Bodenverhältnissen in verschiedenen Horizonten der Bodendecke überwintern,

[1]) Über die Meyerschen Typen wird bei der Epidemiologie Näheres mitgeteilt.

so erscheint es verständlich, daß die gesamte Schlüpfperiode sich immer über einen längeren Zeitraum erstreckt: jeder Lage entsprechen die verschiedenartigsten Wärmeschutzverhältnisse.

Falterflug. Das eigentliche Schwärmen setzt unmittelbar nach Sonnenuntergang ein und dauert etwa eine halbe bis dreiviertel Stunden in voller Stärke[1]). Die Eule umschwärmt dann bei Massenvermehrung in dichten Wolken unter einem deutlich hörbaren Summen die Wipfelregion. Entgegen mehrfachen Angaben in der Literatur, wonach die Witterung wenig Einfluß mehr auf das einmal im Gange befindliche Schwärmen haben soll, und weder Regen noch auch niedere Temperaturen die Tiere vom Schwärmen abzuhalten vermöchten (Eckstein), liegen von der letzten Kieferneulenkalamität in Mittelfranken und der Oberpfalz Beobachtungen verschiedener Forstämter vor, die von einem schlagartigen Abbrechen des Schwärmens beim Einsetzen einer kühlen, regnerischen, rund 10 Tage andauernden Witterungsperiode im Mai 1930 berichten (siehe auch Meyer, 1931). Laboratoriumsversuche von Zwölfer (1931) zeigten, „daß die Falter bei sämtlichen Versuchstemperaturen (8° bis 28° C), die konstant mit extrem hohen Luftfeuchtigkeitswerten von 100% kombiniert waren, im allgemeinen nur wenige und schwerfällige Bewegungen ausführten. Sie hingen größtenteils bis zu ihrem Tode in einer Art Starrezustand an den Nadeln der Kiefernzweige.“ „In den Temperaturstufen, die mit 80—90% r. L. F. verbunden waren, zeigten die Falter bei 18—28° lebhafte bis sehr starke Beweglichkeit, bei der 14°-Stufe war diese mäßig, bei der 8°-Stufe endlich wiesen die Versuchstiere zumeist ein schwerfälliges, an Starrezustand erinnerndes Verhalten auf.“

Die Eule scheint ein seßhaftes Insekt zu sein, und beim Schwärmen in der Regel sich nicht weit vom Geburtsort zu entfernen. Doch sind auch Ausnahmen bekannt geworden. Abgesehen davon, daß die Falter durch Winde verweht und durch Licht auf weitere Strecken angezogen werden können, sind auch Fälle berichtet, in denen ein Überfliegen der Falter auf längere Strecken beobachtet wurde (siehe unten S. 684).

Das Verhältnis der beiden Geschlechter beträgt nach Eckstein (1923), Sachtleben (1929) und Zwölfer (1931) durchschnittlich 1:1, während nach Wolff-Krauße (1924a) regelmäßig auf 2 Männchen 1 Weibchen kommt.

Lebensdauer. Was die Lebensdauer der Falter angeht, so weisen Beobachtungen von Eckstein darauf hin, daß sie von der Temperatur der Umgebung abhängig ist: Im ungeheizten Raum betrug sie im Januar im Mittel beim ♀ 32 Tage, beim ♂ 28 Tage, im Februar entsprechend 29 und 24 Tage, im März 28 und 24 Tage, im geheizten Zimmer dagegen nur 5—15, im Mittel 9 Tage. Sachtleben (1929) gibt an, „daß der Forleulen-Falter im Wald bis zu 4 Wochen leben kann.“

---

[1]) Nach Meyer (1931) setzte das Schwärmen (anfangs Mai) gewöhnlich gegen 19,45 Uhr ein. Nur an einem Tag (12. Mai) begann das Schwärmen schon um 19 Uhr, zu welcher Zeit sich der Himmel infolge Aufziehens einer schweren Kieselwolke verfinsterte. Der bald darauf einsetzende Kieselschauer vertrieb die Tiere bald wieder, so daß, als es wieder hell geworden, keine schwärmenden Falter mehr zu sehen waren. Erst um 19,45 Uhr, als die wirkliche Dämmerung einsetzte, begann dann wieder der Flug, der bald seine alte Stärke erreichte.

Genauere experimentelle Untersuchungsbefunde über die Abhängigkeit der Lebensdauer der Imaginalstadien von Temperatur und Luftfeuchtigkeit der Umgebung teilt Zwölfer mit. Darnach wird die Lebensdauer der Falter sowohl von der Temperatur wie auch von der Luftfeuchtigkeit der Umgebung beeinflußt. Im besonderen übt eine konstant extrem hohe Luftfeuchtigkeit von 100% eine erheblich lebensverkürzende Wirkung aus. Die folgenden Zusammenstellungen enthalten die beobachteten Minimal-, Maximal- und Mittelwerte der Lebensdauer bei verschieden konstanten Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnissen:

Lebensdauer der Kieferneulenfalter in Tagen:

Temperatur		8° C		14° C		18° C		22° C		27—28° C	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
bei 80—90 % L. F.	Minimum	31	31	8	9	4	5	4	4	3	3
	Mittel	32,4	44,5	13,6	14,8	8,2	8,8	6,8	5,5	5,3	5,6
	Maximum	38	51	24	22	16	13	12	9	10	8
bei 100 % L. F.	Minimum	7	11	4	4	2	2	4	2		3
	Mittel	10,2	16,5	8,4	10,1	6,2	6,1	4,9	4,2	—	3,4
	Maximum	12	21	11	19	12	9	6	6		4

Übersichtlich sind die Verhältnisse in Abb. 515 und 516 dargestellt. Als längste Lebensdauer wurden in einem Fall bei 1 ♀ 51 Tage beobachtet (bei 8° und 80—90% L. F.). Die Männchen zeigen im allgemeinen kürzere Lebensdauer als die Weibchen, doch verschwinden diese Unterschiede bei höheren Temperaturen. Begattete und unbegattete Weibchen ließen keine bemerkenswerten Unterschiede der Lebensdauer erkennen. Die Kenntnisse

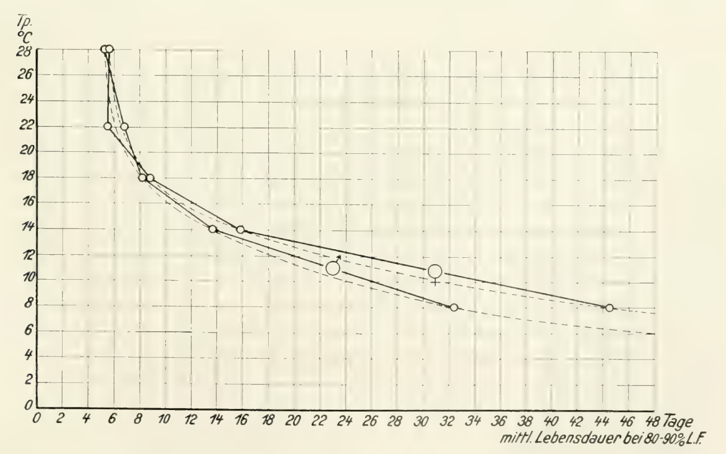


Abb. 515. Mittlere Lebensdauer von Männchen und Weibchen bei 80—90% rel. Luftfeuchtigkeit und verschiedenen Temperaturen. Nach Zwölfer.

der letzteren geben im übrigen gewisse Anhaltspunkte zur Beurteilung, inwieweit ungünstige Witterungsverhältnisse die Eiablage der Falter zu beeinträchtigen vermögen. Hierauf wird weiter unten noch eingegangen werden.

Begattung, Eiablage und Eientwicklung. Die Begattung findet anscheinend meistens des Nachts statt. Ratzeburg (F.) beobachtete im Zwinger, daß die Schmetterlinge, sowie es dunkel wurde, in die größte Be-

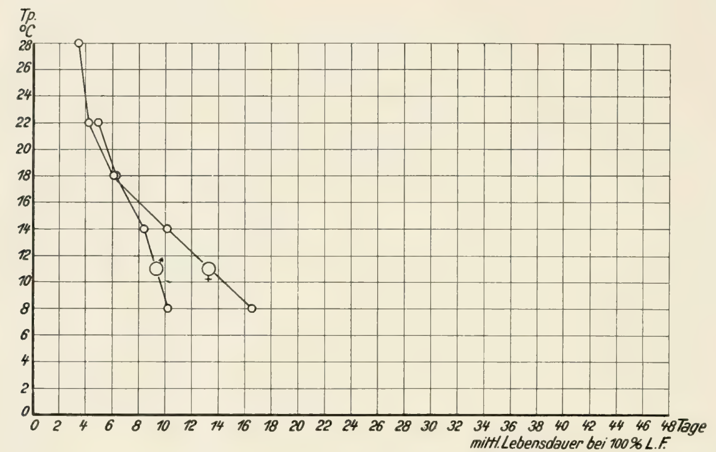


Abb. 516. Mittlere Lebensdauer von Männchen und Weibchen bei 100% rel. Luftfeuchtigkeit und verschiedenen Temperaturen. Nach Zwölfer.

wegung gerieten und sich zur Begattung anschickten. „Sie nähern sich einander rückwärts, bringen die Leiber zusammen und bleiben so aneinander hängen. Am anderen Morgen war nichts mehr davon zu sehen; viele trugen die Flügel aufgerichtet.“ Doch hat Eckstein (1924) auch am Tage kopulierende Tiere angetroffen: „Am 8. März waren 2 ♂♂ mit 1 ♀ zusammengebracht worden, am 11. März wurde die Copula bei Tage festgestellt, desgleichen am 19. März. Es kommt also wiederholte Copula des Weibchens vor. Eine solche beobachtete auch Jazentkowski (1915), der in einer Bursa copulatrix einmal 6 Spermatophoren gefunden hat. Nach Zwölfers Beobachtungen hat es den Anschein, als ob im Freien eine mehrmalige Copula sogar die Regel ist: Von 6 im Wald natürlich verendeten Weibchen wiesen 4 Exemplare 2 und 3 Spermatophore in der Bursa copulatrix auf.

Die Copula vollzieht sich in verschiedenen Stellungen: entweder mit von einander abgewandten Köpfen oder mit gleichgerichteten Köpfen; im letzten Fall liegt die Nadel zwischen beiden Tieren, deren Hinterenden sich seitlich von ihr vereinigen (Eckstein).

Meyer beobachtete von seinen Kanzeln in den Kronen aus des öfteren im Freien kopulierende Tiere und zwar stets vor Einbruch der Dämmerung: „Der eine Falter, jedenfalls das Weibchen, saß, die Flügel bewegend, an einem Zweig oder einer Nadel, oder lief auch unruhig daran herum, um-

schwärmt von einer Anzahl Männchen. Sobald der Partner die entsprechende Stellung eingenommen hatte, verharrte das Pärchen in seiner Stellung und blieb unbeweglich, solange das schwindende Licht die Beobachtung erlaubte."

Eingehende Untersuchungsergebnisse über die geschlechtliche Aktivität teilt Zwölfer mit. Wird für diese als Maßstab der Prozentsatz zustande gekommener Kopulationen benutzt, so ergeben sich als optimaler Bereich für die geschlechtliche Aktivität der Kieferneulenfalter Temperaturen zwischen 12—16° C und Werte der relativen Luftfeuchtigkeit kleiner als 90%. Extrem hohe Luftfeuchtigkeitswerte von 100% zeigen auch hier — wenn sie während der ganzen Lebensdauer konstant gehalten werden — schädigenden Einfluß: Der Prozentsatz zustande gekommener Kopulationen sinkt bei diesen, gleichviel ob sie mit niederen, mittleren oder höheren Temperaturstufen kombiniert werden, auf ein Minimum herab. Im übrigen ist als untere Temperaturgrenze der geschlechtlichen Aktivität ein Wert anzusehen, der zwischen 4—8° C liegt. Die diesbezügliche obere Grenze liegt bei etwa 30° C. Anschaulich sind diese Verhältnisse im Diagramm Abb. 517 dargestellt, das die Untersuchungsergebnisse für 2 Feuchtigkeitsstufen und 5 verschiedene Temperaturen umfaßt. Die den durch Kreise markierten Punkten zugeordneten Zahlen geben die Prozente zustande gekommener Kopulationen an.

Abweichende Beobachtungen hiervon teilt Eckstein mit; darnach sollen die Falter durch ungünstige Witterung, wie Regen usw. weder im Schwärmen noch in der Begattung gestört werden. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß seine Beobachtungen in einem im Freien stehenden Zwinger gemacht wurden. Die in dessen Inneren herrschenden Temperaturen usw. können nicht ohne weiteres mit den äußeren Witterungsverhältnissen verglichen werden.

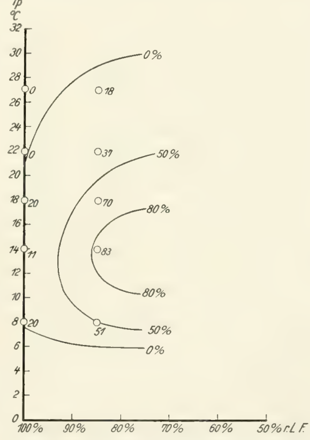


Abb. 517. Diagramm der geschlechtlichen Aktivität zur Bestimmung ihres optimalen Temperatur-Luftfeuchtigkeitsbereiches. Nach Zwölfer.

Was die Eiablage bzw. die Zahl der Eier betrifft, die ein Eulenweibchen ablegt, finden wir in der Literatur die verschiedensten Angaben, die zwischen 90 und vielen Hundert schwanken. Baer (1910) hat von 3 ♀♀ im Zwinger 189, 202 und 228 Eier abgelegt erhalten. In Ecksteins Versuchen (1924) betrug „die geringste Gesamtzahl abgelegter Eier eines Weibchens 8, die höchste 291, im Mittel 150. Die Eier reifen in den 8 Eischnüren des Eistocks allmählich heran." Das ♀ hat bald (nach Eckstein) nach dem Schlüpfen in den einzelnen Eischnüren durchschnittlich 12—16 legereife und 36—79 unreife Eier bzw. Eianlagen; im ganzen Ovarium wurden gezählt 28—92, im Mittel 56 reife und 348—544, im Mittel 433 Anlagen, so daß nach diesem Autor unter günstigsten Bedingungen das ♀ 483 bis 636, rund 500 Eier produzieren kann. Sprengel (1928) fand in den Ovarien eines eine Stunde alten Weibchens 78 reife und 250 unreife, im

ganzen 331 Eier, bei einem 12 Stunden alten Weibchen 253 reife und 198 unreife, im ganzen 457 Eier, und bei einem 24 Stunden alten Weibchen 439 reife und 266 unreife, im ganzen 712 Eier. Auf eine viel geringere Zahl kommt Sachtleben (1927), der von 20 Weibchen durchschnittlich je 90 Eier erhielt.

Zu einem von Sachtleben nicht viel abweichenden Resultat ist Eidmann (1928 und 29) auf Grund eingehender anatomischer Studien gekommen.



Abb. 518. Eiröhren von Kieferneulen verschiedenen Alters (am Eikelch abgetrennt); A frisch geschlüpft, B 3 Tage alt, C 7 Tage alt, D Eier zum größten Teil abgelegt, E Eier sämtlich abgelegt. Nach Eidmann.

Darnach ist es, wie auch aus Sprengels Untersuchungen hervorgeht, bei der Eule durchaus nicht erlaubt, aus der Zahl der in den Ovarialschläuchen befindlichen Eier und Eianlagen ohne weiteres auf die Produktionsziffer zu schließen. Bei frisch geschlüpften Weibchen geht die Reifezone ganz allmählich und ohne scharfe Grenze in die Zone der unreifen Eier über, „so daß eine Eiröhre wie eine Perlschnur aussieht, deren einzelne Perlen nach dem dünnen Ende hin ganz gleichmäßig an Größe abnehmen". „Schon nach 3 Tagen dagegen setzt sich die Reifezone ganz scharf gegen den Endabschnitt der Eiröhre ab, so daß auf das letzte Reifei

ganz plötzlich und ohne Übergang ein viel dünnerer Abschnitt folgt, der wie ein Rattenschwanz dem prall gefüllten Basalteil der Eiröhre anhängt" (Abb. 518). „Man hat den Eindruck, daß die Eier sich nur von einem bestimmten Punkt ab fertig entwickeln, der Rest aber auf der Entwicklungsstufe stehen bleibt, wie er beim Ausschlüpfen des Falters gegeben ist."

„Zählt man die Eier (bzw. Eianlagen) in den Eiröhren aus, so findet man, daß die Gesamteizahl frisch geschlüpfter Forleulen in beiden Ovarien durchschnittlich 580 beträgt. Von diesen gelangen jedoch nur etwa $^1/_5$ zur völligen Reifung und Ablage; der Rest bleibt unentwickelt im Ovar zurück."

Darnach wäre also mit Eidmann die Fortpflanzungsziffer eines Eulenweibchens durchschnittlich mit etwa 120 Eier zu veranschlagen.

Einen etwas anderen Weg als die genannten Autoren hat Zwölfer eingeschlagen, um die Durchschnittseizahl eines Weibchens zu bestimmen, die es im Optimum sämtlicher maßgebender Bedingungen ablegen kann. Er sezierte die Weibchen, nachdem sie unter verschiedenen Versuchsbedingungen ihre Eiablage beendigt hatten und natürlich verendet waren und bestimmte die Zahl legereifer Eier, die in ihren Ovarien zurückblieb. Indem er diese Zahl zu jener hinzuzählt, welche die betreffenden Weibchen während ihres ganzen Lebens abgelegt hatten, gelangt er zu der Anzahl legereifer Eier, die ein Weibchen im ganzen produzieren und — optimale Bedingungen vorausgesetzt — auch ablegen kann.

Dabei ergab sich, daß Temperaturen von 8—28° C mit einer Luftfeuchtigkeit von 80—90% kombiniert, ohne Einfluß auf die Gesamtzahlen legereifer Eier sind, die ein Weibchen im Durchschnitt seines ganzen Lebens erzeugt. Lediglich eine Verzögerung der Entwicklungsdauer in den niederen Temperaturstufen ist feststellbar. Im Mittel von 48 Versuchstieren ergab sich auf diese Weise als durchschnittliche Zahl legereifer Eier pro Weibchen 190. Sie wäre nach dem genannten Autor als die ideale oder **„absolute Eizahl"** der Forleule anzusehen, während den unter verschiedenen Versuchsbedingungen oder auch in freier Natur abgelegten Durchschnittseimengen in den meisten Fällen nur relative Bedeutung zukommt.

Im Gegensatz zu den Luftfeuchtigkeitsverhältnissen von 80—90% zeigte es sich ferner, daß extrem hohe konstante Luftfeuchtigkeit von 100%, gleichviel mit welcher Temperatur sie kombiniert wird, die durchschnittliche Erzeugung legereifer Eier beträchtlich herabsetzt. Bei dieser Versuchsreihe betrug sie im Mittel von 44 Weibchen nur 150 Eier je Weibchen. Im übrigen sind nach Zwölfer außer den Luftfeuchtigkeitsverhältnissen während des Imaginallebens besonders die Ernährung der Generation, welcher die untersuchten Weibchen entstammten und alle Umstände, die auf dieselbe einwirkten, für die Produktion legereifer Eier von Bedeutung: die Reservestoffe (Fettkörper), welche die Weibchen aus ihrer larvalen Lebensperiode mitbringen, dienen in erster Linie dem Aufbau legereifer Eier aus den vorhandenen Eianlagen. Je umfangreicher die ersteren, desto größer kann naturgemäß der Anteil an Eianlagen werden, der zu legereifen Eiern umgebildet wird — vorausgesetzt allerdings, daß während des Falterlebens keine schädigenden Einflüsse vorliegen, die diesen Entwicklungsgang hemmen. So ergab sich bei den Zwölfer'schen Beobachtungen in den Temperaturstufen von 8°—28°, die mit 80—90% Luftfeuchtigkeit kombiniert waren, ein Verbrauch des Fettkörpers bis auf minimalste Reste, während in

den entsprechenden mit 100% L. F. verknüpften Versuchen bei den verendeten Weibchen meist noch größere oder geringere Mengen an Fettkörpersubstanz vorhanden waren. Wie schon die lebensverkürzende Wirkung der extrem hohen Luftfeuchtigkeit, so weist auch diese Erscheinung auf schädigende Einflüsse hoher Luftfeuchtigkeit für das Imaginalstadium der Kieferneule hin.

Ob und inwieweit die Zahl der von einem Weibchen erzeugten Eier zur Ablage gelangt, ist eine Frage für sich, auf die weiter unten eingegangen werden wird. Im folgenden seien noch 2 Zusammenstellungen der Versuchsergebnisse Zwölfers mitgeteilt, die das Gesagte zahlenmäßig belegen.

Produktion legereifer Eier während der gesamten Lebensdauer.

r. L. F.	Temperaturstufe °C	Zahl der Versuchstiere ♀♀	Gesamtzahl abgelegter Eier	Gesamtzahl legereifer Eier in verendeten ♀♀	Abgelegte + legereife Eier zusammen	Durchschnitt pro 1 ♀
80—90 %	8°	5	56	1040	1096	219
	14°	15	1260	1511	2771	185
	18°	9	786	825	1611	179
	22°	8	580	1043	1623	203
	27°	11	265	1917	2182	198
zusammen		48	—	—	9283	193
100 %	8°	9	88	1438	1526	169
	14°	9	8	1344	1352	150
	18°	9	196	1413	1609	179
	22°	8	22	1199	1221	153
	27°	9	0	763	763	85
zusammen		44	-		6471	147

Der Beginn der Eiablage fällt nach Eckstein auf den 2.—9. Tag nach der Begattung, meist auf den 4., selten erst auf den 8. und 9., im Mittel auf den 5. Tag. In verschiedenen Zuchten Sachtlebens fand die erste Eiablage immer erst am 11., 12. oder 13. Tag nach dem Schlüpfen statt. Die Zeit, die ein Weibchen braucht, um die Gesamteimenge abzulegen, ist nach dem gleichen Autor durchschnittlich etwa 14 Tage, kann jedoch bis zu 20 Tagen betragen. Nach Zwölfer dagegen beginnt innerhalb eines vitalen Temperaturbereichs (10[?]—27°) die Eiablage ziemlich unabhängig von den jeweiligen Temperaturbedingungen am 3. bis 4. Tage nach dem Schlüpfen der Weibchen. Auch die Begattung fällt in diese Zeitspanne. Hingegen wird die Dauer der Legeperiode wesentlich von der herrschenden Temperatur beeinflußt: „So erfolgte die Beendigung der Eiablage bei 80—90% Luftfeuchtigkeit in der 14°-Temperaturstufe nach dem 15. bzw. 17. Tage (vom Schlüpfen der Weibchen an gerechnet), bei 18° nach 8 und 13 Tagen, bei 22° nach 7 bzw. 9 Tagen, in der 27—28°-Temperaturstufe endlich nach 6 bzw. 8 Tagen. Diese Verhältnisse sind im Diagramm Abb. 519 anschaulich dargestellt. (Die Linien verbinden die Mittelwerte der Versuchsergebnisse. Dick ausgezogen ist die Variationsbreite.)"

In den Zwingerversuchen E c k s t e i n s legte:

ein Weibchen		ein anderes		ein drittes ♀	
21. Februar	6 Eier	10. März	58 Eier	15. März	18 Eier
28. ,,	29 ,,	11. ,,	36 ,,	18. ,,	19 ,,
1. März	55 ,,	12. ,,	8 ,,	19. ,,	13 ,,
2. ,,	12 ,,	13. ,,	34 ,,	20. ,,	35 ,,
3. ,,	15 ,,	14. ,,	27 ,,	21. ,,	20 ,,
5. ,,	26 ,,	15. ,,	44 ,,	22. ,,	79 ,,
6. ,,	37 ,,	20. ,,	7 ,,	23. ,,	25 ,,
9. ,,	27 ,,	26. ,,	7 ,,	24. ,,	42 ,,
11. ,,	6 ,,			26. ,,	10 ,,
15. ,,	5 ,,				
10 Legetage	219 Eier	8 Legetage	291 Eier	9 Legetage	261 Eier.

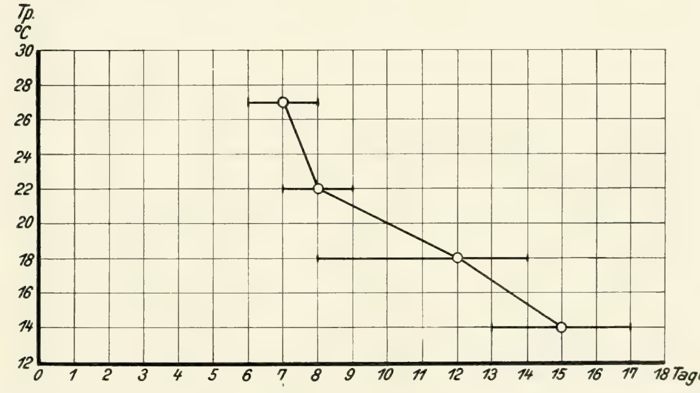


Abb. 519. Zeitdauer der Gesamteiablage der Forleule vom Schlüpfen der Weibchen an gerechnet. Nach Z w ö l f e r.

Die tägliche durchschnittliche Eiablage eines Weibchens beträgt nach diesen und anderen Beobachtungen ca. 24—29 Eier, dabei soll die Witterung nach E c k s t e i n auf die Eiablage ebenso wenig Einfluß haben als auf das Schwärmen und die Kopula; bei seinen Versuchen wurde weder durch Regen, noch Schnee, noch auch durch geringe Minustemperaturen das Eierlegen unterbrochen. Hierbei ist jedoch wie oben darauf hinzuweisen, daß diese Beobachtungen in einem im Freien stehenden Zwinger gemacht wurden.

So geben denn auch die experimentellen Untersuchungsergebnisse Z w ö l f e r s, die bei konstanten Temperatur- und Luftfeuchtigkeitswerten gewonnen wurden, ein wesentlich anderes Bild dieser Verhältnisse. D a r n a c h w i r d d i e E i a b l a g e b e i a n h a l t e n d e x t r e m h o h e r L u f t f e u c h t i g k e i t v o n 100% a u ß e r o r d e n t l i c h b e e i n t r ä c h t i g t, g l e i c h v i e l m i t w e l c h e r T e m p e r a t u r s t u f e z w i s c h e n 8—27° C d i e L u f t f e u c h t i g k e i t k o m b i n i e r t w i r d. Bei Luftfeuchtigkeitswerten unter 90% übten Temperaturen von 8° auf der einen und 27—28° auf der anderen Seite

einen erheblich vermindernden Einfluß auf die Gesamtzahl abgelegter Eier aus. Die untere Grenze für die Eiablage würde nach Zwölfer bei Temperaturen zwischen 4°—8° C liegen. Der optimale Bereich für die Eiablage der Kieferneulenweibchen liegt im übrigen zwischen Temperaturen von 14°—19° C und Luftfeuchtigkeitswerten von 90% bis schätzungsweise 60%. Das Diagramm Abb. 520 veranschaulicht diese Verhältnisse. Die den einzelnen Kreisen zugeordneten Zahlen geben die Durchschnittszahl von einem Weibchen in der betreffenden Temperatur-Luftfeuchtigkeitskombination während seiner gesamten Lebensdauer abgesetzten Eier an.

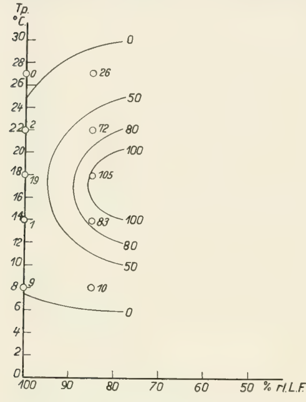


Abb. 520. Diagramm der Gesamteiablage der Forleule zur Bestimmung ihres optimalen Temperatur-Luftfeuchtigkeitsbereiches. Nach Zwölfer.

Es darf hieraus noch nicht gefolgert werden, daß ein vorübergehender Aufenthalt der Falter in ungünstigen Witterungsverhältnissen die Eiablage gänzlich verhindert. 5 Versuchspärchen, die 25 Tage lang einer Temperatur von 8°, verbunden mit 80—90% Luftfeuchtigkeit, ausgesetzt waren und in dieser Zeit nur 2 Eier ablegten, setzten, anschließend unter optimale Bedingungen verbracht, in den folgenden 7 Tagen rund 340 Eier ab. Die Weibchen verlieren demnach ihre Legefähigkeit trotz relativ langen Aufenthaltes in ungünstigen Bedingungen keineswegs. Im Zusammenhang hiermit ist die Kenntnis der Lebensdauer der Falter praktisch von großer Bedeutung, worauf oben schon hingewiesen worden ist. Danach müßte unmittelbar im Anschluß an das Schlüpfen der Hauptmasse der Falter eine trockene Witterungsperiode, verbunden mit anhaltend niederen Temperaturen (unter 8°), von mindestens 3—4wöchentlicher Dauer einsetzen, wenn diese einen erheblichen Einfluß auf den Gang der Eiablage gewinnen soll. Regenwetter, verbunden mit niederen Temperaturen müßte dementsprechend mindestens 2 Wochen ununterbrochen anhalten, um größere Wirkung zu zeigen. „Würde das Schlüpfen der Falter" — so folgert Zwölfer — „in freier Natur gleichmäßig erfolgen und sich auf eine kurze Zeitspanne von wenigen Tagen beschränken, so wäre die Gefahr einer Ausschaltung des größten Teils der Eulenpopulation vom Fortpflanzungsgeschäft durch ungünstige Witterungsverhältnisse wesentlich größer als bei einer Verzettelung des Schlüpfens über einen längeren Zeitraum. Letzteres wird in der Tat bei der Kieferneule als Regel beobachtet. Unter den obigen Gesichtspunkten betrachtet, stellt diese zeitliche Verzettelung des Schlüpfens gleichsam eine Sicherung vor, die selbst in ganz ungünstigen Jahrgängen zum mindesten einem Teile der Population noch die Ausübung seines Fortpflanzungsgeschäftes ermöglichen wird. Es trägt damit zur Sicherung des Bestandes der Art bei."

Zu ähnlichen Resultaten, wie sie Zwölfer im Laboratorium erzielte, ist Meyer durch Beobachtungen im Freien gelangt. Nach ihm ist „die Kurve der Eiablage im wesentlichen ein Abbild der Schlüpfkurve (Abb. 521). Tempe-

ratur und Feuchtigkeit vermögen sie zu modifizieren. Namentlich übt sehr hohe relative Luftfeuchtigkeit einen hemmenden Einfluß auf die Eiablage aus."

Der Vorgang der Eiablage spielt sich gewöhnlich folgendermaßen ab: Die eierlegenden ♀♀ wenden gewöhnlich den Kopf der Nadelbasis zu, (nur selten nehmen sie eine umgekehrte Stellung ein) und klettern an der Nadel von der Spitze bis zur Basis fort, ein Ei nach dem andern an dieselbe andrückend (Abb. 522). Daher befinden sich die meisten Eigelege auf der distalen Hälfte der Nadel, mehr oder weniger der Nadelspitze genähert. Zum Ablegen eines einzelnen Eies bedarf das Weibchen ca. 5 Sekunden (Eckstein). Die Ablage findet gewöhnlich an vorjährige Nadeln statt.

Die Eigelege zeigen in der Regel Zeilenform (Abb. 523). Allerdings kommen auch Einzeleiablagen vor, doch wohl mehr als Ausnahmen, nicht als Regel, wie Kob[1]), Altum u.a. annahmen. Die Zahl der Eier in den einzelnen Zeilen ist sehr verschieden und schwankt zwischen 2 und 25; am häufigsten sind nach Sachtleben Gelege von 2—7 Eiern; Walter gibt als Durchschnittszahl 9—10 Eier an. Die meisten Eier liegen an der Unterseite der Nadeln, doch kommen auch Eizeilen auf der Oberseite vor. Verschiedentlich haben wir beobachtet, daß Eizeilen von der Unterseite zur Oberseite der

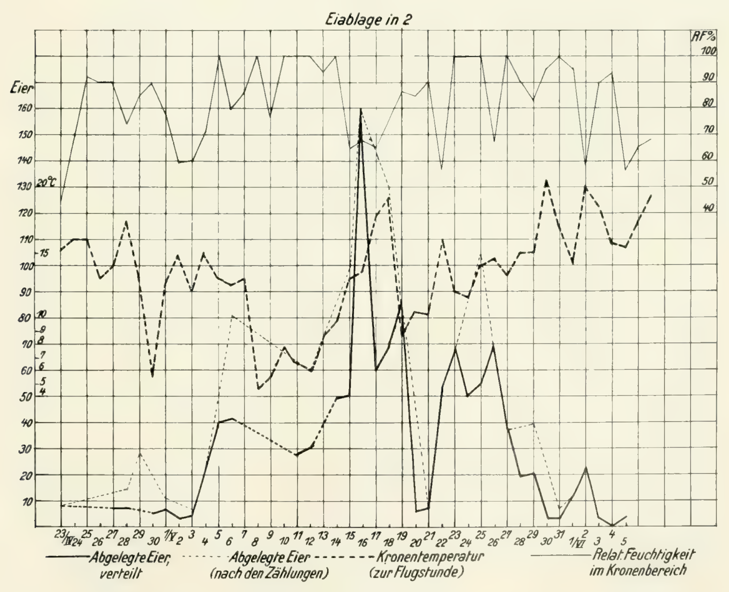


Abb. 521. Eiablage der Forleule in 83 jährigem Altholz, Streutyp 2, gesunde Puppen pro qm 2,7, Nadelmasse der täglich kontrollierten Äste 62 500, Eizahl pro 1000 Nadeln insgesamt 25. Nach Meyer.

[1]) Kobs Angaben beruhen, wie Nitsche ausgeführt hat, nach den Abbildungen zu schließen, wohl auf einer Verwechslung mit den Eiern von *Lyda stellata*.

Nadeln umbiegen[1]). Die Eier der einzelnen Zeilen sind fest aneinandergeklebt, ebenso wie sie an der Nadel festgekittet sind. Der Kitt tritt oft an der Basis des Eies wasserhell glänzend hervor.



Abb. 522. Kieferneulen-Weibchen bei der Eiablage. Nach Seiff.

Ganz abnorme Gelege, die teils in unregelmäßigen Klumpen, teils in säulenartigen Zeilen auf die Nadeln abgesetzt wurden, beobachtete Zwölfer bei Weibchen, die anhaltend hoher Luftfeuchtigkeit von 100% ausgesetzt waren, — einem Feuchtigkeitsgrad, der sich auch sonst für die Eiablage sehr ungünstig erwies. Nach der Deutung des Genannten sind diese Gelege (Abb. 524) unter dem Einfluß der schädigenden Bedingungen wohl im Todeskampf von den betreffenden Weibchen abgestoßen worden.

Betreff der Verteilung der Eier in der Krone finden sich in der Literatur mehrfach Angaben, daß die Hauptmasse der Eier meistens in den oberen Teilen der Krone abgelegt wird, andererseits aber auch, daß die Eiablage gleichmäßig verteilt über die ganze Krone stattfinden kann. Nach Meyers Beobachtungen werden die verschiedenen Kronenzonen gleich stark belegt. Er ließ bei der Fällung von Probestämmen die Krone in drei Abschnitte zerlegen und die Eizahl getrennt feststellen: dabei ergab sich, daß die nachträglich ermittelte Nadelzahl und die Eizahl stets proportional waren, z. B.

Gipfel . . .	1007 Eier	145 000 Nadeln
Mitte . . .	2143 „	320 000 „
Unterstück	1069 „	121 000 „ ,

wobei sich also sowohl die Eizahlen als auch die Nadelzahlen wie rund 1 : 2 : 1 verhalten.

Zwischen Stangen- und Altholz scheinen die Weibchen bei der Eiablage keinen Unterschied zu machen. Dagegen meiden sie junge

[1]) „Daß sich die Eiablage nicht ausschließlich auf die morphologische Unterseite der Nadel beschränkt — wie an manchen Stellen in der Literatur behauptet wird — kann man der Tatsache entnehmen, daß zahlreiche Eiablagen der Eule auf der durch Wuchsverkrümmung dem Erdboden in der Wachstumsperiode des Vorjahres nachträglich zugewendeten Nadeloberfläche gefunden wurden" (Walter). Bevorzugung der runden oder der flachen Seite der Nadel bei der Ablage der Eier konnte auch Sachtleben nicht feststellen. Von 436 Eigelegen fand er 222 auf der runden, 215 auf der flachen Nadelseite.

Kulturen vollständig, auch wenn ringsherum alles kahlgefressen ist. Sie legen dann ihre Eier lieber an die kahlen Stangen- und Althölzer als an benachbarte grüne Kusseln oder junge Kulturen (Wolff-Kraußе).

Abgesehen von anhaltend extrem hoher Luftfeuchtigkeit (100%) sind die Eier gegen sonstige Witterungseinflüsse sehr widerstandsfähig. Im Einzelnen wird hierauf im epidemiologischen Teil noch eingegangen werden.

Auf die Dauer des Eistadiums haben die klimatischen Faktoren ganz wesentlichen Einfluß. Schon Ratzeburg (F. 172) berichtet, daß die Räupchen im Zimmer 4 Wochen früher schlüpften als im Freien, da der



Abb. 523. Zeilenförmige Eigelege der Kieferneule (B stark vergr.), erhalten im Zwinger (in der Natur sind die Eizellen meist wesentlich kleiner).

April und zum Teil auch noch der Mai des betreffenden Jahres sehr unfreundlich gewesen waren.

Von K. Eckstein (l. c.) liegen folgende Beobachtungen über die Dauer der Embryonalentwicklung vor:

1. Aus 32 Eiablagen, erhalten in der Zeit vom 1. April bis 7. Mai, schlüpften die ersten Räupchen nach 11—28 Tagen, im Mittel nach 20 Tagen. Auffallenderweise benötigten die im Mai abgelegten Eier mit 22, 24 und 26 Entwicklungstagen etwa ebensoviel Zeit wie die Eier aus den ersten Apriltagen mit 28-, 27-, 26- und 25 tägiger Entwicklungsdauer, während die Eier vom 20.—23. April nur 11—13 Tage brauchten, um Raupen zu liefern.

2. 58 Eiablagen von je 1 Tag, die in der Zeit vom 1. bis 7. April gewonnen wurden, lieferten die ersten Räupchen frühestens nach 14, spätestens nach 31 Tagen, im Mittel nach 28 Tagen.

Die hier mitgeteilten Zahlen bezüglich der Entwicklungsdauer lassen sich im allgemeinen gut mit den damals herrschenden Temperaturverhältnissen in Einklang bringen: 1.—7. April hohe Temperatur (von 4,6 bis 11°), vom 8.—17. April tiefe Temperatur (— 1,5 bis 3,9°), vom 18. April bis 5. Mai wieder hohe Temperatur (von 4,5 bis 19,2°), dann wieder eine längere Periode von relativ tiefen Temperaturen. Am 2. Mai (16,6°), dem 8 Tage mit hohen und sehr hohen Temperaturen vorausgegangen waren, setzte aus den vom 4.—20. April abgesetzten Eiablagen ein Massenschlüpfen ein. Es scheint danach, daß die Embryonalentwicklung der in der ersten Hälfte des Monats April (bzw. 4.—16. April) gelegten Eier durch die niederen Temperaturen (teilweise sogar Minus) zurückgehalten wurde, so daß sie nicht eher beendet war, als bei den 14 Tage später abgesetzten Eiern. Möglicherweise bleibt auch das Räupchen bei niederen Temperaturen vollkommen entwickelt in der Eischale, bis es, durch günstige Witterung beeinflußt, die Eischale durchnagt.

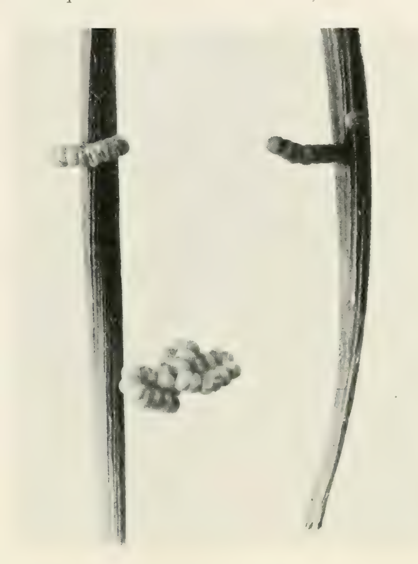


Abb. 524. Abnorme Eiablagen der Forleule bei feuchtigkeitsgesättigter Atmosphäre abgesetzt. Nach Zwölfer.

Auffallend ist allerdings, daß verschiedentlich auch die Eier ein und desselben Geleges beträchtliche Differenzen aufweisen können. So ist im Ecksteinschen Versuch von einem Eigelege das 1. Räupchen nach 14, das 2. nach 19, das 3. nach 23, das 4. nach 24 und das 5. gar erst nach 27 Tagen ausgekommen. Worauf diese Unterschiede beruhen, wissen wir nicht.

In Sachtlebens Zuchten (im Freien) schwankte die Dauer der Embryonalentwicklung von 26—27 Tagen (bei Eiern vom 16. April), bis zu 9 Tagen (Eier vom 14. Mai).

Genauere Daten über die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer des Eies von den Hauptwitterungsfaktoren, der Temperatur und Luftfeuchtigkeit, sind Zwölfers Untersuchungsergebnissen zu entnehmen. Seine Resultate beziehen sich zwar auf Versuche über die Eientwicklungsdauer bei konstanten Temperaturen, doch wurden die hieraus abgeleiteten Schlußfolgerungen, denen rund 2700 Einzelbeobachtungen zugrunde liegen, durch einen Kontrollversuch mit wechselnden Temperaturen, ebenso durch Freilandbeobachtungen von Meyer weitgehend bestätigt.

Aus diesen Versuchen geht zunächst hervor, daß die untere Grenze der für die Eientwicklung wirksamen Temperaturen bei einem Wert zwischen 4°—8° C liegt — ähnlich wie dies auch schon für die früher geschilderten Lebensäußerungen der Kieferneule gilt: konstanter Aufenthalt der Eier durch $4^1/_2$ Monate hindurch bei einer Temperatur von 4° hat — gleichviel mit welcher Luftfeuchtigkeit sie kombiniert

wird — deren allmähliches Absterben zur Folge, ohne daß ein einziges Ei zum Schlüpfen gelangt. Demgegenüber schlüpfte bei Temperaturen von 8° ein relativ hoher, von den betreffenden Feuchtigkeitskombinationen abhängiger Prozentsatz im Durchschnitt nach 47,8 Tagen.

Die relative Luftfeuchtigkeit hat mit verschiedenen Temperaturen verbunden, nur auf die Lebensfähigkeit der Eier einen erheblichen Einfluß, dagegen konnte eine auffällige Wirkung derselben auf die Entwicklungsdauer der Eier, wie das bei einigen anderen Insekten beobachtet worden ist, für das Kieferneulenei nicht festgestellt werden. Seine Entwicklungsdauer scheint allein durch die Temperatur ausschlaggebend bestimmt zu werden. Im übrigen zeigen die Versuche, daß die Variationsbreite der Entwicklungsdauer bei den tieferen Temperaturen (8°) erheblich größer ist als bei den höheren (22—28°). Dies gilt selbst für ein und dasselbe Gelege, also für Geschwistereier: Während in den oberen Temperaturstufen das Schlüpfen der Eier eines Geleges fast stets innerhalb eines Tages erfolgte, lag es bei der Temperatur von 8° C häufig mehrere Tage auseinander. (Vergleiche hierzu die oben mitgeteilte Beobachtung von Eckstein.) Nach Zwölfer hängt diese Erscheinung vermutlich mit der sehr verminderten Aktivität der Eiraupen bei niederen Temperaturen zusammen.

Die folgende Tabelle enthält die Minimal-, Mittel- und Maximalwerte für die Entwicklungsdauer des Forleuleneies bei verschiedenen Temperaturen zwischen 4°—28° C. Da sich kein nennenswerter Einfluß der Luftfeuchtigkeitsverhältnisse auf die Entwicklungsdauer der Eier feststellen ließ, sind in derselben die Beobachtungen bei verschiedener r. L. F. und gleicher Temperatur zusammengefaßt. Als kürzeste Entwicklungsdauer ergab sich im übrigen bei 28° 5 Tage, als längste wurden bei 8° 50,5 Tage beobachtet.

Entwicklungsdauer des Eies von *P. flammea* Schiff. in Tagen.

Temperaturstufe in ° C	4°	8°	14°	18°	22°	26°	28°
Minimum		41,5	14,5	9,5	6,5	6,5	5
Mittel	—	47,8	17,0	11,1	7,5	6,8	5,7
Maximum	-	50,5	19,5	12,5	9,5	8,5	7,5
Beobachtete Anzahl geschlüpfter Eier	—	572	698	870	623	18	49

Eine rechnerische Verknüpfung der Mittelwerte dieser Zahlen unter Zugrundelegung der Blunck-Bodenheimerschen Wärmesummenregel[1]) für die Entwicklungsdauer und der Formel $T(t-t_0)=k$, in welch letzterer T die Entwicklungszeit, t die jeweils herrschende Temperatur, t_0 und k zwei artspezifische Konstanten vorstellen, ergibt für die letzteren Werte von $t_0=6{,}1$ und $k=125$. t_0 wird in der obigen Formel als Entwicklungsnullpunkt definiert. Er wäre demnach 6,1° C. Die Konstante k = 125 stellt die Thermalkonstante, gleichsam die zur Entwicklung erforderliche Wärmesumme vor. Die Blunck-Bodenheimersche Gleichung zur Berechnung der Entwicklungsdauer des Kieferneuleneies bei konstanten Temperaturen würde demnach die Form haben:

$$T(t-6{,}1)=125.$$

[1]) Vgl. hierzu S. 55 ff.

Die Hyperbel Abb. 525 gibt die bildliche Darstellung dieser Gleichung. In ihr sind gleichzeitig die beobachteten Mittelwerte der Entwicklungszeiten (Kreise) und die festgestellten Variationsbreiten (dick ausgezogen) eingezeichnet. Mit Hilfe der Hyperbel ist es möglich für bestimmte Temperaturen die zugehörige Entwicklungsdauer des Eies in Tagen einigermaßen

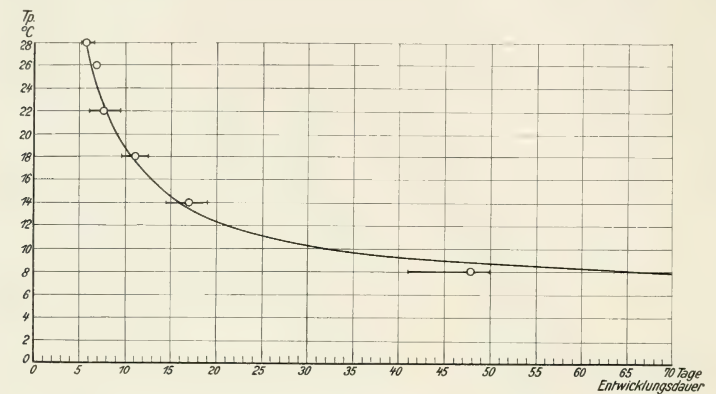


Abb. 525. Beobachtete Entwicklungsdauer der Eier der Forleule bei verschiedenen Temperaturen und theoretische Entwicklungsdauerhyperbel. Nach Zwölfer.

genau der Abbildung zu entnehmen. Rechnerisch kann dies mit der oben mitgeteilten Formel geschehen. Gröbere Fehler ergeben sich dabei nur für die extrem niederen Temperaturen (und wohl auch für extrem hohe über 28°) — ein Umstand, der mit einer gewissen Unvollkommenheit der Hyperbelgleichung als mathematischer Ausdruck der Entwicklungsdauer von Insekten zusammenhängt. Immerhin nähern sich innerhalb eines vitalen Temperaturbereiches die errechneten bzw. graphisch bestimmten Werte recht gut den beobachteten und sind praktisch verwendbar, wie dies auch die folgende Zusammenstellung erkennen läßt:

Errechnete und beobachtete Entwicklungsdauer des Eies von *P. flammea* Schiff. in Tagen.

Temperatur	8°	14°	18°	22°	26°	28°
errechnet für $t_0 = 6{,}1$ und $k = 125$	66	15,8	10,5	7,8	6,2	5,7
beobachteter Mittelwert	47,8	17,0	11,1	7,5	6,8	5,7

Ein Kontrollversuch, in welchem die Eier bis zum Schlüpfen abwechselnd Temperaturen von 14° und 22° C ausgesetzt wurden, gibt eine gewisse Bestätigung der Richtigkeit der Wärmesummenregel, — zum mindesten für diesen Temperaturbereich. Die bei dem betreffenden Versuch beobachteten Entwicklungszeiten lieferten bei Berücksichtigung der wechselnden Temperaturen für die Gesamtentwicklung einen Wert der Thermalkonstante von $k = 117$. Derselbe nähert sich gut dem oben mitgeteilten aus

einer großen Zahl von Beobachtungen errechneten Mittelwert von k = 125. Allerdings ist dabei eine auf die Stunde genaue Bestimmung der Wirkungsdauer der beiden Temperaturstufen in Rechnung gestellt. Wollte man, so folgert Zwölfer in Übereinstimmung mit Shelford, im Freiland mit seinen stark schwankenden Wärmeverhältnissen die Entwicklungsdauer genau bestimmen, dann müßten die Temperaturablesungen am Aufenthaltsort der Eier sich im Abstand von wenigen Stunden ununterbrochen folgen. Die einfachen Mittelwerte der Tagestemperaturen geben — auch wenn sie aus täglichem Maximum und Minimum berechnet sind — keine richtige Vorstellung der wirksamen Wärmegrade, wie sie für eine genaue Bestimmung oder Voraussage der Entwicklungsdauer erforderlich wäre. Immerhin kann mit Hilfe der Tagesmittel, sofern sie am Aufenthaltsort der Eier bestimmt sind, in einem für praktische Zwecke voraussichtlich genügenden Genauigkeitsgrad die Dauer der Eientwicklung ermittelt werden. Letzteres zeigt sich beim Vergleich der Zwölferschen Ergebnisse mit den Freilandbeobachtungen von Meyer, nach denen die Eier im Freien bei einer Mitteltemperatur von 16,1° C rund 13 Tage und bei einer Mitteltemperatur von 10,5° C rund 20 Tage zur Entwicklung brauchten.

Bionomie der Raupe.

I. Stadium (Eiraupe). Das Eiräupchen verläßt das Ei durch ein Schlüpfloch, das sowohl in Form und Größe wie auch in der Lage außerordentlich verschieden ist. Das kleine Räupchen überrascht vor allem durch sein „Spannen" (siehe oben bei der Beschreibung). „Wäre ich nicht fest überzeugt gewesen", schreibt Ratzeburg, „daß nur Eulenpuppen in den Kasten gekommen waren, so hätte ich geglaubt, junge Raupen des Kiefernspanners vor mir zu haben." Ferner zeichnen sich die jungen Raupen auch noch durch ihr großes Spinnvermögen aus, das ihnen ermöglicht, bei Beunruhigung sich schleunigst an den Spinnfäden aus der Krone herabzulassen auf untere Äste oder auf den Boden. Im letzten Fall versuchen sie sofort wieder aufzubaumen, wobei allerdings viele ihr Ziel nicht mehr erreichen mögen und zugrunde gehen. Ratzeburg schreibt der jungen Eulenraupe eine „nicht gerade große Beweglichkeit" zu, ja, er zählt sie sogar zu den „trägsten Raupen", die „nur von den Spannern und den kleinsten Raupen übertroffen werden", was aber nach unseren Beobachtungen nicht zutrifft.

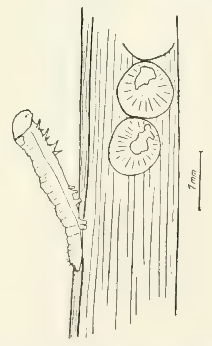


Abb. 526. Eiraupe der Forleule in Kältestarre. Nach Zwölfer.

Auffallend ist die große Empfindlichkeit der Eiraupe; geht sie doch oft schon nach einer leisen Berührung mit der Hand zugrunde. Auf diese große Hinfälligkeit der Eiraupe wird im einzelnen im epidemiologischen Teil noch näher eingegangen werden[1].

Häufig beobachten wir eine eigentümliche Bewegung des Eiräupchens, die darin besteht, daß es sich mit den Nachschiebern und den drei letzten

[1] Mit auf dieser Hinfälligkeit beruht auch die Schwierigkeit der Zucht der Eiraupen, worauf schon Kob (1786) und viele spätere Autoren hingewiesen haben.

Fußpaaren festhält und mit dem Vorderteil lebhaft in der Luft herumschlägt (wohl Suchreflex). Eine ähnliche Stellung nimmt das Eiräupchen vielfach im Zustande der Kältestarre ein (Abb. 526): Es haftet mit den Nachschiebern an der Unterlage, auf welche auch die letzten Abdominalsegmente eng angeschmiegt sind, während der Vorderkörper schräg nach vorne erhoben in bewegungslosem Zustande verharrt (Zwölfer).

Das junge Räupchen, das außerordentlich photophil ist und schon auf die schwächsten Lichtreize positiv reagiert (Zwölfer), wandert bald zu dem Maitrieb, wo es seine Nahrung findet, denn als solche dienen ihm vor allem die jungen Nadeln[1]). Schon Ratzeburg (F. 172) hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Ernährungsweise der Eiraupe von der der älteren Stadien wesentlich abweicht, indem sich die Eiräupchen „durch die roten Ausschlagschuppen bis zur Scheide der jungen Nadeln durchfressen und oft so tief darinstecken, daß man sie gar nicht mehr bemerkt", während die älteren Raupen die alten Nadeln von außen her befressen. Auch nachher (W. 154) weist er wieder darauf hin, daß „das Wichtigste und Eigentümlichste immer das Einbohren der jungen Räupchen in die weichen Maitriebe bleibt". Während spätere Autoren diese Beobachtung Ratzeburgs bestritten haben (Altum, Nitsche), wurden sie durch Beobachtungen in neuerer Zeit in vollem Umfang bestätigt. Alle neueren Autoren stimmen darin überein, daß das Eiräupchen bis zur ersten Häutung auf den jungen Maitrieb als Nahrung angewiesen ist[2]).

Wolff und Krauße geben an, daß mindestens der Spitzenteil der jungen Nadel, eventuell noch mit der umgebenden Scheide schon frei stehen muß; dagegen zeigten die Zwingerversuche Sachtlebens, daß das Eiräupchen befähigt ist, die Maitriebe schon im früheren Zustand, in dem die jungen Nadeln mit ihrer Scheide sich noch kaum von den Knospen abheben, anzunehmen. Die Räupchen bohren sich in solche Knospen ein und fressen diese von innen her mehr oder weniger aus. Bisweilen werden zuerst die Hüllblätter und dann erst die jungen Nadeln gefressen. Die Einbohrlöcher sitzen bald an der Spitze bald der Basis genähert; die Zahl derselben kann bis drei betragen. Meist wird die untere zarte Hälfte der Nadel ausgefressen, so daß die Spitzenhälfte in der Scheide stecken bleibt und später abfällt (Abb. 527).

Wenn der Maitrieb sich streckt, wird auch dessen grüne saftige Rinde angegangen, aus der größere oder kleinere Plätze herausgefressen werden. Die befressenen Stellen werden grindig (ähnlich wie bei *Hylobius*-fraß) und bald verwelken die ganzen Triebe. Das Absterben der Triebe kann übrigens schon allein durch das Anbohren der jungen Nadeln herbei-

---

[1]) Die verlassene Eischale wird von den frischgeschlüpften Raupen nur dann befressen, wenn keine andere Nahrung zur Verfügung steht (Zwingerversuch Sachtlebens).

[2]) Nach Sachtleben vermögen ältere Eiräupchen allerdings kurz vor der ersten Häutung in vereinzelten Fällen vorjährige Kiefernnadeln zu befressen. Doch erreichten von den 578 Eiraupen, die, nachdem sie zuerst mit Knospen gefüttert waren, vorjährige Nadeln erhielten, nur noch 15 das III. Stadium, und auch diese starben sämtlich vor der 3. Häutung ab. Nach Hilf und Wittich (1924) sollen die Eiräupchen überhaupt auch vorjährige Nadeln befressen, wenn die Maitriebe noch nicht genügend entwickelt sind; mit dieser Anschauung stehen die beiden letzteren Autoren aber ziemlich isoliert da.

geführt werden, da auch bei diesen Verletzungen der Saft tropfenweise austritt[1]).

Auch Zwölfer erwähnt, daß sowohl das I. wie das II. Raupenstadium in seiner Ernährung auf Maitriebe angewiesen ist und zwar „dürfen die-



Abb. 527. Triebentwicklung und Fraß junger Kieferneulenraupen. Die Knospen im Zustand A werden von den Räupchen noch nicht angenommen, dagegen werden sie bereits im Zustand, wie er unter B und C abgebildet ist, befallen. Bei D hat die Raupe die Hüllblätter aufgerissen, um zu den darunter liegenden Nadeln zu gelangen. E und F zeigen die Einbohrlöcher zum Minierfraß, C Längsschnitt, auf dem der Fraß im Innern zu sehen ist. Nach Sachtleben.

[1]) Eckstein und Sachtleben haben beobachtet, daß die Eiräupchen auch für männliche Blüten große Vorliebe zeigen, ja, letzterer hat in Zwingerversuchen sogar festgestellt, daß bei gleichzeitiger Darreichung von Blüten und Maitrieben stets die ersteren stark bevorzugt wurden. Eckstein wirft die Frage auf, ob die Eiräupchen vielleicht zuerst an die männlichen Blüten und dann erst an die Maitriebe gehen? Demgegenüber betont Sachtleben, daß die Maitriebe wohl meist früher einen dem Räupchen zusagenden Zustand erreichen als die männlichen Blüten.

selben einen gewissen Entwicklungszustand nicht überschritten haben. Wenn die Achse der Maitriebe zu verholzen beginnt und die Nadeln von der Basis an gemessen, eine Länge von ungefähr 18—20 mm erreicht haben, kommen sie zum mindesten für die Eiraupe als Futter kaum noch in Frage": In Zuchtversuchen bei konstanten Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnissen konnten im Mai mit jungen Trieben bzw. geschälten Knospen 60—70% und darüber von den schlüpfenden Raupen bis zur ersten Häutung gebracht werden, während unter ähnlich günstigen Temperatur-Feuchtigkeitsbedingungen im Juni mit einem Futter, das aus Maitrieben in einem fortgeschrittenen Entwicklungszustand bestand, die Sterblichkeit der Eiraupen 80—100% erreichte.

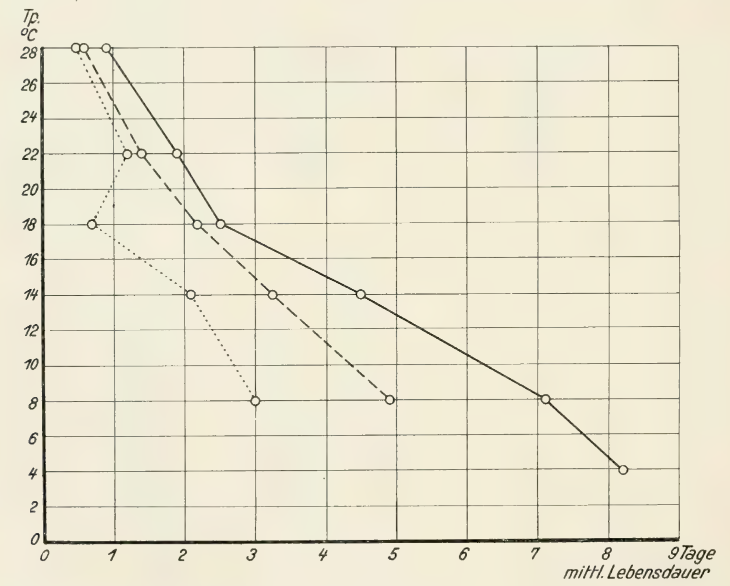


Abb. 528. Mittlere Lebensdauer frisch geschlüpfter Eiraupen der Forleule im Hungerversuch. (———: bei 100% rel. Luftfeuchtigkeit; - - - -: bei 73—78% rel. Luftfeuchtigkeit; ......: bei ca. 5% rel. Luftfeuchtigkeit). Nach Zwölfer.

Auf Grund dieser Beobachtungen vermutet Zwölfer, daß in der Natur bei rascher Entwicklung der Maitriebe ein Teil derselben den Eiraupen „entwächst" und diese, soweit es sich um spätgeborene Exemplare handelt, die von Faltern abstammen, welche Ende Mai bis Anfang Juni schlüpften, schwerlich ihr erstes Häutungsstadium erreichen werden. Es ist nach dem genannten Autor sehr wohl denkbar, daß „das unterschiedliche Verhalten der Kiefernstangen- und Althölzer[1]), von denen die ersteren zu Beginn einer Kalamität meist einen erheblich stärkeren Befall aufweisen, zum Teil mit dieser Erscheinung in Zusammenhang steht". Allerdings müßte hierzu noch

[1]) Näheres hierüber S. 666 ff.

der Nachweis erbracht werden, daß die Maitriebe der Althölzer normalerweise rascher „ausreifen" als jene der Stangenhölzer.

Im Zusammenhang mit all diesen Fragen ist auch das Hungervermögen der Eiraupen von großer Bedeutung. Nach Wolff-Kraußе können die Eiräupchen höchstens 3—4, nach Sachtleben (1927 S. 469) nur in seltenen Ausnahmefällen bis 6 Tage hungern. Zwölfer stellte auch hierüber eine Reihe von Versuchen an, deren Ergebnisse erkennen lassen, daß sowohl Temperatur als auch Luftfeuchtigkeit einen erheblichen Einfluß auf die Lebensdauer frisch geschlüpfter, hungernder Eiraupen besitzen. Die folgende Zahlenzusammenstellung ist seinen Angaben entnommen. Jedem Einzelversuch liegen die Beobachtungen von 50 frischgeschlüpften Eiraupen zugrunde. Abb. 528 stellt die ermittelten Lebensdauerwerte hungernder Eiraupen graphisch dar.

Lebensdauer frisch geschlüpfter hungernder Eiraupen in Tagen bei verschiedenen Temperaturluftfeuchtigkeitskombinationen:

Temperatur	4°			8°			14°		
R. Luftfeuchtigkeit . .	100%	78%	5%	100%	78%	5%	100%	76%	5%
Minimum	4	—	—	3	4	2	2	1,5	1
Mittel	8,2	—	—	7,1	4,9	3,0	4,5	3,5	2,1
Maximum	13	—	—	11	9	6	8	4	4

Temperatur	18°			22°			28°		
R. Luftfeuchtigkeit . .	100%	75%	5%	100%	75%	5%	100%	73%	5%
Minimum	1,5	1,5	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mittel	2,5	2,2	0,7	2,4	1,4	1,2	0,9	0,6	0,5
Maximum	5	4	1,5	3	2,5	2	1,5	1,5	1,5

Tabelle und Abbildung lassen eine deutliche lebensverkürzende Wirkung höherer Temperaturen und niederer Luftfeuchtigkeitsgrade erkennen. Stets sind es Luftfeuchtigkeitswerte von 100%, welche in den einzelnen Temperaturstufen mit der längsten Lebensdauer Hand in Hand gehen. Die Raupen sind gegenüber hoher Luftfeuchtigkeit im übrigen weniger empfindlich als das Ei und Imaginalstadium, worauf im epidemiologischen Teil noch näher eingegangen werden wird. Als längste Lebensdauer wurden 13 Tage bei einer Temperatur von 4° C beobachtet.

„Berücksichtigt man", so schließt Zwölfer, „daß es im Freien gerade niedrige Temperaturen sind, die einen hemmenden Einfluß auf das Wachstum der Kiefernknospen ausüben, daß ferner eben diese Temperaturstufen auch das Schlüpfen der Falter, die Eiablage sowie die Entwicklungsdauer der Eier außerordentlich verzögern, und stellt man endlich noch das relativ lange Hungervermögen geschlüpfter Eiraupen bei niederen Temperaturen in Rechnung, dann erscheint die Annahme von Wolff und Krauße äußerst unwahrscheinlich, derzufolge in „normalen" Jahren die Mehrzahl der Eiraupen durch vorzeitiges Schlüpfen dem Hungertod erliegen sollen. Für vereinzelte Exemplare mag dies immerhin zutreffen. Im großen und ganzen aber dürfte die Entwicklung der Kiefernknospe auf der einen, die Eiablage und Eientwicklung auf der anderen Seite weitgehend parallel laufen," wie dies

übrigens auch aus Meyers Beobachtungen zu entnehmen ist. Auch letzterer bemerkt, daß in seinem Beobachtungsgebiet die Triebentwicklung und das Schlüpfen der Räupchen günstig zusammengetroffen sind.

II. bis V. Stadium. In Ecksteins Zuchten verlief die Weiterentwicklung der Raupen folgendermaßen: Die erste Häutung erfolgt frühestens am 5., spätestens am 10., im Mittel am 7. Lebenstag. Die feste, kapselartige Kopfhaut bricht von der Haut ab, letztere wird nach hinten abgestreift; fällt die Kopfkapsel nicht ab und kann sich das Räupchen nicht von ihr befreien, dann stirbt es. Die abgestreifte Haut wird zuweilen verzehrt.

Vor der ersten Häutung ist die Raupe fast 6 mm lang geworden; kurz vor dieser zieht sie sich etwas zusammen ohne zu fressen. Am Tage nach derselben hat sie sich gestreckt und mißt 8 mm. Der Fraß wird stärker: typischer Löcherfraß, der die Hüllblätter durchbohrt oder die länger gewordenen grünen Spitzen erfaßt: Zwischen 2 und 11 Löcher, im Mittel 6 Löcher, frißt die Raupe bis zur zweiten Häutung, manche versucht sich auch an der Kante einer jungen Nadel, andere zehren sie auf, oder dringen in den Trieb ein, der vielleicht noch von den kurzen, dicht stehenden Nadeln überlagert ist. Auch die braunen Hüllblätter werden befressen; Nadelspitzen werden abgebissen. Doch ist der ältere Einhäuter nach Sachtleben ausnahmsweise auch imstande, vorjährige Nadeln zu befressen.

Die zweite Häutung geht in seltenen Fällen schon nach 3 Tagen vor sich, zieht sich auch bis zum 9. Tage hin; im Mittel wurden 6 Tage festgestellt. Vorher waren die Raupen 8—13, im Mittel 10,4 mm lang geworden, nachher sind sie zwischen 11 und 14,5, im Mittel 12,5 mm lang. In diesem Alter beginnt allgemein der Fraß an der Nadelkante vorjähriger Nadeln (manche fressen auch noch Löcher).

Die dritte Häutung erfolgt am 4. oder 5. Tage nach der zweiten. Die Raupe ist von 12,5 auf 19 mm herangewachsen. Der Nadelfraß beginnt allgemein. Die alten Nadeln werden von der Spitze mehr oder weniger weit[1]), oft bis in die Scheide aufgefressen. An den Nadelstümpfen fällt der glatte, scharfe Schnitt auf, ferner ein starker Harzausfluß, der das Stumpfende bedeckt.

Die vierte Häutung erfolgt am 5. oder 6. Tage, manchmal schon am 4. oder erst am 7. Tage nach der dritten. Die Raupe ist nun 27 bis 35 mm, im Mittel 29 mm lang.

Nach der vierten Häutung dauert es im Mittel noch 11 Tage bis sie zur Verpuppung in den Boden geht; sie nimmt in dieser Zeit bedeutend zu und erreicht im Mittel eine Länge von 40 mm. Unter der Bodenstreu dauert es noch 3—5 Tage, bis sie sich zur Puppe häutet".

Ausnahmsweise kommt auch eine fünfte Häutung vor, wenn nämlich nach Zurückbleiben im Wachstum infolge irgend welcher Störungen des Gesundheitszustandes die wiedergesundete Raupe längere Zeit braucht, sich zur Verpuppung vorzubereiten, und bei nun wieder stärkerer Körperzunahme die Haut zu eng wird (Eckstein).

Gesamtentwicklung. Die Raupenzeit vom Ausschlüpfen aus dem Ei bis zur Verpuppung betrug also nach diesen Zwingerzuchten im Durchschnitt

[1]) In seltenen Fällen beginnt die Raupe mit ihrem Fraß in der Mitte der Nadel, diese von der Kante her anfressend, bis die Nadel an dieser Stelle durchnagt ist; der Spitzenteil fällt dann zu Boden, der basale Teil wird nach dem Ast zu wie üblich aufgefressen.

39 Tage, wovon auf das letzte Stadium (nach der 4. Häutung) die längste Zeit entfiel.

Wie sehr aber die Entwicklungsdauer der Eule von dem Klimafaktor Temperatur abhängig ist, zeigen uns deutlich die eingehenden experimentellen Untersuchungen, die Zwölfer außer für das Eistadium auch für die Larvenstadien der Kieferneule mit konstanten Versuchsbedingungen durchgeführt hat. Seine Ergebnisse, die auf rund 3700 Einzelbeobachtungen fußen, sind in der folgenden Zusammenstellung enthalten. Gut studiert sind darin die Daten für Ei, Larve I, Larve II und Larve III. Für Larve IV und V beruhen die Angaben auf Beobachtungen an einigen wenigen Tieren. Diese Werte sind nach Angabe des genannten Autors revisionsbedürftig. (Doch sie sind in dieser Zusammenstellung aufgenommen und in der Kurvenschar Abb. 529 mit benutzt, da sie immerhin gewisse Anhaltspunkte geben.)

Entwicklungsdauer der Kieferneule
von der Ablage des Eies bis zum verpuppungsreifen Larvenstadium in Tagen.

Gesamtentwicklungsdauer	8° C	10° C	14° C	16° C	18° C	20° C	22° C	24° C	28° C
Ei	47,8	32	17,6	12,6	11,1	9,0	7,5	7,0	5,7
Larve I	25,5	20,8	12,2	10,3	9,8	7,7	6,3	6,1	4,8
Ei + Larve I	73,5	52,8	29,8	22,9	20,9	16,7	13,8	13,1	10,5
Larve II	20	13,5	8,3	6,3	5,8	5,2	4,5	4,2	3,7
Ei + Larve I + L II	93,3	66,3	38,1	29,2	26,7	21,9	18,3	17,3	14,2
Larve III	15,3	10,9	6,9	5,9	4,9	4,6	4,1	3,7	3,0
Ei · L I + L II + L III	108,6	77,2	45,0	35,1	31,6	26,5	22,4	21,0	17,2
Larve IV	15,3	10,9	6,9	5,9	4,9	4,6	4,1	3,7	3,0
Ei + L I + L II + L III + L IV	123,9	88,1	51,9	41,0	36,5	31,1	26,5	24,7	20,2
Larve V	23,0	15,3	9,2	7,7	6,6	5,8	5,0	4,6	3,8
Ei + L I + L II + L III + L IV + L V	146,9	103,4	61,1	48,7	43,1	36,9	31,5	29,3	24,0

Werden die Gesamtentwicklungsdauerwerte dieser Tabelle, die teils empirisch festgestellte Mittelwerte sind, teils durch Interpolation gefunden wurden[1]), in ein Koordinatensystem eingetragen, dessen Abszisse die Entwicklungsdauer, dessen Ordinate ferner die jeweilige Temperatur angibt, und verbindet man zwanglos die zueinandergehörigen Punkte, so erhält man eine Kurvenschar, wie sie in Abb. 529 dargestellt ist. Die Einzelkurven, die an flache logarithmische Kurven erinnern, weisen in ihrer zwanglosen Verlängerung sämtlich auf einen Wert hin, der zwischen 4°—8° C, genauer zwischen 4°—6° C liegt. Eine entsprechende Parallele zur Abszisse würde als Asymptote der Kurvenschar in Erscheinung treten. Letzteres bedeutet, daß bei diesen Temperaturen die Entwicklungsdauer unendlich lang währt, mit anderen Worten, daß auch für die Larvenentwicklung der entsprechende Temperaturgrenzwert als Entwicklungsnullpunkt anzusehen ist.

[1]) Über Einzelheiten der hierbei angewendeten Methode sei auf die Originalarbeit verwiesen.

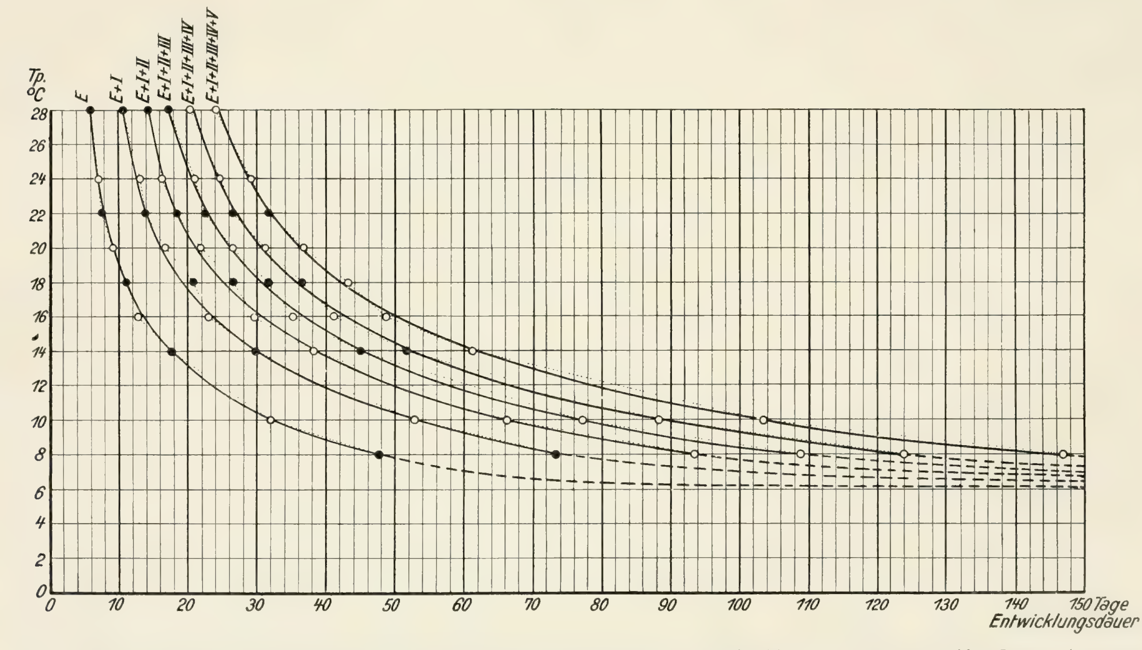


Abb. 529. Die Entwicklungsdauer der präimaginalen Stadien von der Ablage des Eies bis zur verpuppungsreifen Larve. (●: empirisch ermittelte Werte, o: durch rechnerische oder graphische Interpolation gewonnene Werte.) Es bedeuten E = Entwicklungsdauerkurve von der Ablage bis zum Schlüpfen des Eies, E + I = Entwicklungsdauerkurve von der Ablage des Eies bis zur ersten Häutung usw., E + I + II + III + IV = Entwicklungsdauerkurve von der Ablage des Eies bis zur Verpuppungsreife. Nach Zwölfer.

Natürlich ließe sich wie für die Eientwicklung die Wärmesummenregel auch für die Entwicklungsdauer der Larven in Anwendung bringen. Werden beispielsweise die oben mitgeteilten Werte der Gesamtentwicklungsdauer von der Ablage des Eies bis zur Erreichung des verpuppungsreifen Larvenzustandes nach der Formel $T(t - t_0) = k$ rechnerisch verknüpft, so ergibt sich für k ein Wert von rund 565, für den Entwicklungsnullpunkt t_0 ein solcher von rund 4,6°. Die Formel für die Gesamtentwicklung der Kieferneule von der Ablage des Eies bis zur verpuppungsreifen Larve würde demnach lauten: $T(t - 4{,}6) = 565$. In der Tat sind auch die mit Hilfe dieser Formel errechneten Gesamtentwicklungszeiten praktisch bis zu einem gewissen Grade brauchbar. In entsprechender Weise kann für die Entwicklungsdauer von Ei + Larve I, Ei + Larve I + II usw. eine Hyperbelgleichung aufgestellt werden. Doch ergeben sich hierbei für die niederen Temperaturen stets merkliche Abweichungen von den beobachteten Entwicklungsdauerwerten, so daß im ganzen die in Abb. 529 niedergelegte, empirisch gewonnene Kurvenschar eine bessere Möglichkeit darstellt, die Entwicklungszeiten der einzelnen Stadien bei verschiedenen Temperaturen auf graphischem Wege näherungsweise zu bestimmen.

Auffallend ist, daß die Gesamtentwicklungsdauer bis zur verpuppungsreifen Larve für den Entwicklungsnullpunkt einen Wert für t_0 von 4,6° C lieferte, während die Eientwicklung allein einen solchen von 6,1° C ergab. Ob dieser geringen Verschiedenheit des Entwicklungsnullpunktes eine grundsätzliche Bedeutung zukommt, ob sie die Folge einer gewissen Unvollkommenheit der Hyperbelgleichungen als mathematischen Ausdruck der Entwicklungsdauer bei Insekten ist, oder ob unvermeidliche Fehler der Versuchstechnik an ihr schuld sind, läßt sich einstweilen noch nicht entscheiden.

Zur praktischen Benutzung der Abb. 529 ist kurz folgendes zu sagen: E bedeutet in ihr die Entwicklungsdauerkurve des Eies; E + I jene von der Ablage des Eies bis zur ersten Häutung; E + I + II entsprechend bis zur zweiten Häutung usw... E + I + II + III + IV + V endlich stellt die Kurve der Entwicklungsdauer von der Ablage des Eies bis zum verpuppungsreifen Zustand der Larve vor. — Soll beispielsweise die Dauer der Entwicklung bei einer bestimmten Temperatur von der Ablage des Eies bis zur II. Häutung festgestellt werden, dann ist lediglich erforderlich, vom betreffenden Temperaturpunkt der Ordinate aus eine Parallele zur Abszisse bis zum Schnittpunkt mit der Kurve E + I + II zu ziehen. Der Schnittpunkt, auf die Abszisse projeziert, ermöglicht die unmittelbare Ablesung der gesuchten Entwicklungszeit. Wird statt dessen die Entwicklungsdauer eines bestimmten Larvenstadiums allein bei einer gegebenen Temperatur gewünscht, etwa die Zeitdauer von der I. bis zur II. Häutung bei 16° C, dann ist entsprechend zu verfahren, lediglich mit dem Unterschied, daß nunmehr die Entfernung der beiden Schnittpunkte der Parallele mit den Kurven E + I sowie E + I + II den gewünschten Wert ergibt.

Auf diese Weise läßt sich auf graphischem Wege die Entwicklungsdauer für jedes beliebige Stadium von der Ablage des Eies bis zur Erreichung der Verpuppungsreife annähernd feststellen, mit einer für praktische Zwecke ausreichenden Genauigkeit. Die Abweichungen von den beobachteten Werten betreffen in den allermeisten Fällen nur Bruchteile eines Tages. Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, daß die Kurvenschar auf Grund von Mittelwerten aufgestellt worden ist. Die Variationsbreiten der Entwicklungszeit, die im übrigen bei niederen Temperaturen nicht nur für das Ei, sondern auch für die Larven erheblich zunehmen, sind der Übersichtlichkeit wegen aus dem Bild fortgelassen. Die Kurvenschar gibt also das Verhalten der Hauptmasse der Eier bzw. Larven bezüglich der Entwicklungsdauer wieder, auf die es ja in der Praxis allein ankommt.

Wie schon erwähnt, fußen die hier mitgeteilten Beobachtungen auf Untersuchungen bei konstanter Temperatur. Ihre Übertragung auf die schwankenden Wärmeverhältnisse des Freilandes ist nur bedingt zulässig.

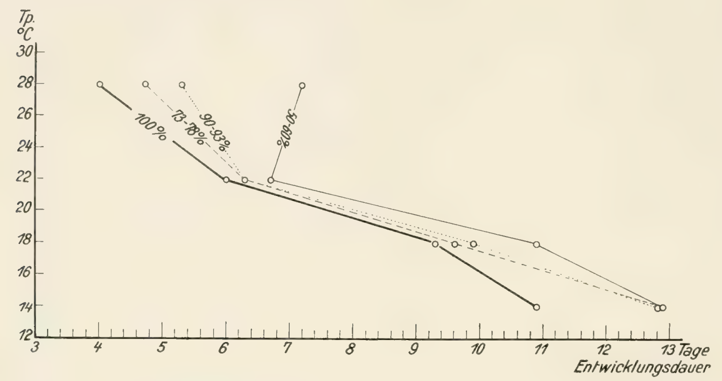


Abb. 530. Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklungsdauer der Larve I bei verschiedenen Temperaturen. Nach Zwölfer.

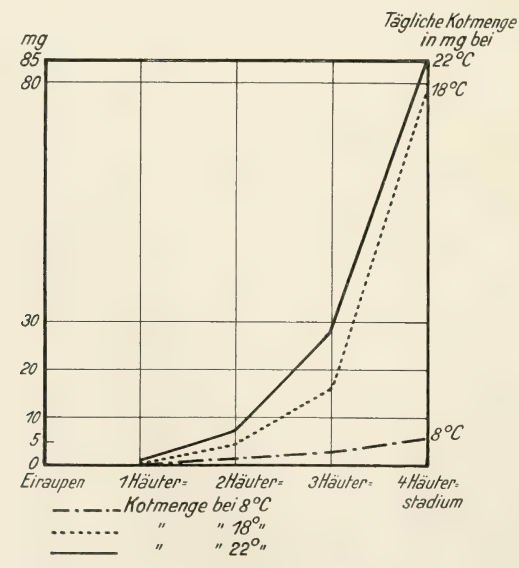


Abb. 531. Graphische Darstellung für die Abhängigkeit der Fraßtätigkeit (Kotmenge) von der Temperatur. Nach Berwig.

Im einzelnen gelten hierfür die bereits oben bei Besprechung der Eientwicklung ausgeführten Überlegungen.

Was die Einwirkung der Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklungsdauer der Larven anbetrifft, so ergaben die Versuche Zwölfers eine geringe Beschleunigung mit zunehmender relativer Luftfeuchtigkeit. Die kürzeste Entwicklungszeit wurde bei ein und derselben Temperatur stets beim Luftfeuchtigkeitsextrem von 100 % festgestellt (Abb. 530). Indessen kommt dieser Erscheinung bei der Kieferneule keine grundsätzliche Bedeutung zu; sie beruht sehr wahrscheinlich auf unvermeidlichen Fehlern der Versuchstechnik: Der bessere Erhaltungszustand des Futters der Versuchstiere in der 100% Feuchtigkeitsstufe dürfte nach Ansicht des Genannten Anlaß zu der geringen Verkürzung der Entwicklungszeit in höheren Feuchtigkeitsstufen sein.

Nahrung, Verdauung usw. Über die Nahrungsmengen, die eine Raupe verzehrt, hat K. Eckstein eine Reihe von Zählungen vorgenommen, wonach der Bedarf in den 5 Tagen zwischen der 3. und 4. Häutung 31 Nadeln, pro Tag also 6 Nadeln beträgt. Der Bedarf nimmt im letzten Stadium (nach der 4. Häutung) wie bei allen Raupen beträchtlich zu und steigt bis auf 18 Nadeln täglich. Während des ganzen Stadiums verzehrt sie durchschnittlich 192 Stück oder 5,38 m Nadeln (25—28 Nadeln entsprechen 1 m).

Über die Kotmengen, die eine Eulenraupe im Lauf ihres Lebens täglich produziert, hat Berwig (1931) genaue Angaben gemacht. Er hat jedes einzelne Stadium studiert, und zwar unter verschiedenen Temperaturen, nämlich bei 8°, 18° und 22° C. Danach betrug

Die tägliche Kotmenge einer Eulenraupe.

Stadium	bei 8° C	bei 18° C	bei 22° C
	mg	mg	mg
Eiraupe	nicht wägbar	nicht wägbar	nicht wägbar
Einhäuter	0,186	0,582	0,896
Zweihäuter	1,300	4,500	6,850
Dreihäuter	2,913	16,100	28,020
Vierhäuter	5,813	79,000	85,070

Man sieht aus dieser Tabelle und der gegebenen Kurve (Abb. 531), welch ungeheueren Einfluß die Temperatur auf die Fraßtätigkeit der Raupe ausübt. Die Berwigschen Resultate stehen damit in vollkommener Übereinstimmung mit den oben mitgeteilten Ergebnissen Zwölfers über die ungemein starke Entwicklungsbeschleunigung der Eulenraupe durch erhöhte Temperaturen.

Nicht nur in dem Kotgewicht, sondern auch in der Kotballengröße drückt sich der Einfluß der verschiedenen Temperaturen sehr deutlich aus. Die Kotballen der unter 8° C gehaltenen Raupen sind wesentlich kleiner wie die unter 22° C gehaltenen, wie aus Abb. 532 deutlich hervorgeht.

Berwig hat auch eine Reihe von Versuchen über die sog. „Darmzeit" angestellt, d. h. darüber, wie lange die Nadeln im Darm der Eulenraupe verweilen. Er hat hierzu (mit Brillantcresylblau) gefärbtes Futter verwandt und ebenfalls wieder mit verschiedenen Temperaturen gearbeitet; als Versuchsobjekt dienten ältere Raupen (Vierhäuter).

Bei 24° C	betrug die Darmzeit im Durchschnitt	1 h 30
„ 22° C	„ „ „ „ „	2 h
„ 18° C	„ „ „ „ „	2 h
„ 15° C	„ „ „ „ „	2 h 30
„ 8° C	„ „ „ „ „	6 h

Also auch in der Verdauungsgeschwindigkeit macht sich ein deutlicher Einfluß der Temperatur bemerkbar. Wenn wir die „Darmzeit" anderer Raupen mit den Berwigschen Zahlen vergleichen, so kommt der Eulenraupe bez. der Schnelligkeit des Verdauungsprozesses ein gewaltiger Vorsprung zu mit einer durchschnittlichen „Darmzeit" von 2 Stunden gegenüber z. B. dem Spanner, dessen Darmzeit nach Rhumbler 5—7 Stunden, und der Nonne, deren Darmzeit nach Berwig im Durchschnitt ca. 4 Stunden beträgt.

Zu welcher Tages- oder Nachtzeit üben die Eulenraupen ihren Hauptfraß aus? Auch darüber hat Berwig Versuche angestellt, indem er alle 2 Stunden (auch während der Nacht) Kotsammlungen gemacht und nach Trocknung gewogen hat. Durch Abzug der „Darmzeit" konnte dann die Hauptfraßzeit ermittelt werden (Abb. 533). Danach scheint die Eule ziemlich gleichmäßig bei Tag und bei Nacht zu fressen,



Abb. 532. Kotballen der Forleulen-Raupe als Ein-, Zwei-, Drei- und Vierhäuter. Oben bei 8° C, unten bei 22° C. Nach Berwig.

im Gegensatz zum Spanner und zu der Nonne, deren Hauptfraßzeit in die Nacht fällt. Als Hauptfraßstunden konnte Berwig (in Zimmerzuchten) bei der Eule die Zeit von 10^{30}—18^{30} und von 22^{30}—4^{30} feststellen, während bei der Nonne in den unter gleichen Bedingungen gehaltenen Zuchten die Hauptfraßzeit zwischen 16—24 Uhr lag.

Eine Bestätigung des Berwigschen Ergebnisses liefert auch der Freilandversuch Meyers, nach dem „zwischen den während der Nacht und des Tages aufgenommenen Nahrungsmengen kein wesentlicher Unterschied besteht“, und selbst „durch erhebliche Temperaturschwankungen (29,9° bis 17,2° C) die Fraßtätigkeit nicht wesentlich beeinflußt wird“.

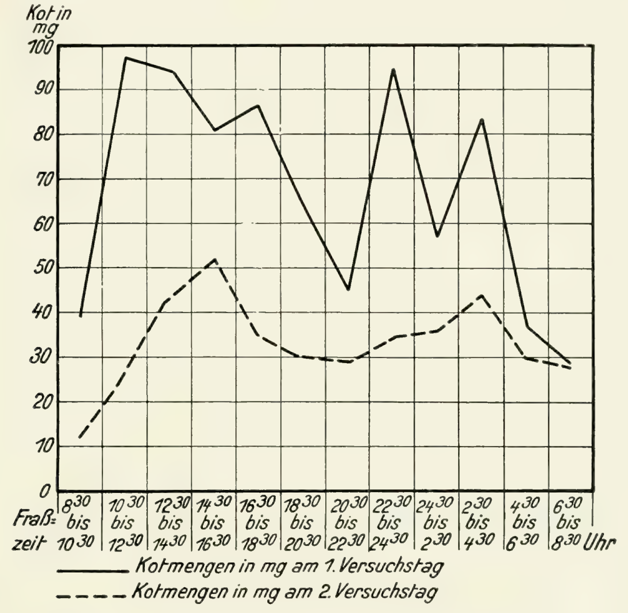


Abb. 533. Graphische Darstellung der Hauptfraßstunden der Forleule durch Kotmessung. Nach Berwig.

Nahrungspflanzen. Die normale Nahrungspflanze ist die gemeine Kiefer *(P. silvestris)*. In Zeiten der Massenvermehrung geht die Raupe auch auf andere Pflanzen, die eingestreut oder als Unterwuchs in den Kiefernbeständen vorhanden sind. So wurden Weymutskiefern völlig kahlgefressen, ebenso Fichten- und Wacholderunterwuchs. Wolff (1924c) berichtet einen Fall, in dem 20—30jährige Tannen als Unterholz in einem etwa 83jährigen Kiefernbestand stark von der Eulenraupe befressen wurden; es blieb kaum ein Exemplar vom Fraß verschont. Das Fraßbild ist typisch folgendes: Die Kurztriebe des diesjährigen Triebes sind überall restlos aufgefressen, ebenso meist die vorjährige Benadelung. Der Fraß nimmt dann mit dem Alter der Nadeln ab. Dadurch kommt es, daß die Tannen in der oberen Kronenhälfte lichtgefressen aussehen, während der untere Kronenteil infolge seiner vorwiegend älteren Benadelung weniger mitgenommen, meist sogar bis auf die Triebe der letzten zwei Jahre verschont ist. Bemerkenswert war in diesem Falle, daß in diesem Revier der Fichten-

unterwuchs völlig verschont geblieben ist, so daß also die Tanne der Fichte deutlich vorgezogen wird; das gleiche scheint auch für die Weymutskiefer der Fall zu sein. Bouvier (1926) nennt ferner noch Lärche, Bankskiefer, Douglasie und Sitkafichte als gelegentliche Fraßpflanze der Eulenraupen; im Zwinger nehmen sie auch *Pinus laricio* Poir., und *P. montana* an (Sachtleben).

Außer Coniferen werden auch Laubhölzer von der Eulenraupe angenommen: So können Eichen und Weiden stark befressen werden (bis zum Kahlfraß!); auch an Birke ist die Raupe bei der letzten norddeutschen Kalamität nicht selten beobachtet worden, wobei der Fraß sich folgendermaßen vollzog: Die Raupe beißt die Blattstiele dicht am Ansatz der Blattspreite durch, so daß das Blatt zu Boden fällt. Die Blattstiele befrißt die Raupe dann vom Stumpfende her ganz nach Art an den Kiefernnadeln. Ähnlich frißt die Raupe auch am Graswuchs: auch hier beißt die Raupe den Halm in der Nähe der Spitze durch und frißt ihn nun mit über die Schnittstelle gebeugtem Kopf — also in der Fraßstellung, die sie auch an der Kiefer einzunehmen pflegt — ein Stück herunter. (Wolff, 1924.) Endlich wurde auch Adlerfarn mehrfach befressen. (Nitsche.)

„Unverträglichkeit", Kannibalismus. Über die „Unverträglichkeit" der Eulenraupen gibt Kob (1786) (zitiert nach Sachtleben) folgende sehr ansprechende Beschreibung: „Die Forlraupen sind nicht gesellschaftlich und wenn man auch bisweilen, besonders junge noch beysamen sah, so war doch unter ihnen beym geringsten Anlaß ein Schlagen mit dem halben Vorderleib gegeneinander und die den stärksten Schlag bekam, fiel gleich ab. Die größern, ältern Raupen aber sind sehr empfindlich, und so zu sagen böß, hauptsächlich im Walde, und nicht so sehr im Zimmer, wo sie bald zahmer werden. Wenn zwoo Raupen ungefähr im hurtigen, muntern Gang zusammentreffen, so schlagen sie gleich hefftig gegeneinander, bleiben so dann beyde in einer entschlossenen, drohenden erwartenden Positur mit dem halben Leib in der Höhe sitzen, und ein guter Physiognomist würde vielleicht manches in ihren Augen alsdann lesen, die ich selbst oft mit Verwunderung betrachtete. Gemeiniglich giebt eine oder die andere Raupe nach, und fällt oder spinnt sich herab, und räumt so fliehend das Feld. Wenn die Raupen von Mucken, Spinnen, Ameissen, Ichneumons, Schlupffwespen angegriffen werden, so wehren sie sich besonders gegen Ameissen und Spinnen recht verzweiffelt, und wälzen sich mit dem Feind viertelstundenlang auf der Erde herum, wobey dieser offt verstümmelt und an Gliedern gelähmt unterliegt."

Nicht nur bei der Abwehr von Parasiten, sondern auch im Verhalten der Raupen eines Zuchtgefäßes untereinander hat Sachtleben ähnliche Kämpfe wie Kob beobachten können. In zwei Fällen wurde sogar eine (lebende!) Raupe von einem Zwingergenossen angefallen und zur Hälfte angefressen.

Auch wir haben die heftige Kampfeslust der Eulenraupen bei der Abwehr von *Calosoma* beobachtet und die Kämpfe auch im Film festgehalten. Zwölfer hat bei seinen Versuchen verschiedentlich wahrgenommen, daß die Eiraupen, denen kein Futter zur Verfügung stand, schlupfreife Eier ausfraßen und selbst die eigenen bereits geschlüpften Artgenossen gelegentlich nicht verschonten. Dies war vor allem in Versuchen mit geringer Luftfeuchtigkeit der Fall, so daß die Vermutung nicht unberechtigt ist, diesen Kannibalismus auf das Bedürfnis nach Feuchtigkeit zurückzuführen.



Eulenfraß im Eruptionsjahr. Aussehen des Waldes Mitte Juni. Im Vordergrund Brandfläche mit jungen Kulturen.

Nach einer Farbenphotographie aufgenommen von Gustav C. Escherich.

Verpuppung. Wenn die Raupen ausgewachsen sind, durchschnittlich 11 Tage nach der 4. Häutung (Ende Juni bis Ende Juli), begeben sie sich von der Fraßpflanze herab in den Boden, um sich da zu verpuppen. Die Art und Weise dieser Ortsveränderung ist verschieden: entweder wandern die Raupen am Stamm herab oder sie lassen sich von den Ästen herabfallen, oder sie gelangen spinnend auf den Boden. Meist unternehmen nach Nitsche, Wolff-Krauße u. a. die am Boden angekommenen Raupen noch eine kurze Wanderung, bevor sie sich einbohren (wohl um besonders geeignete Verpuppungsplätze aufzusuchen). Es erklärt sich daraus ohne weiteres, daß die Puppen durchaus nicht immer nur im Umkreis des Stammes oder im Bereich der Krone, sondern über den ganzen Bestand verstreut zu finden sind. Bando (1850) beobachtete, daß sich die Raupen vorzugsweise an solchen Stellen zusammenziehen, „an denen sich eine Schicht Mulm aus noch nicht völlig verwesten, aber schon fast erdig gewordenen vegetabilischen Substanzen, namentlich aus Holz und Nadeln gebildet hatte". „Hier lagen die Puppen dicht zusammengedrängt, nesterweise, während daneben, da wo Sand, selbst mit einer starken Moosschicht überzogen, sich fand, wenig oder gar keine Puppen sich zeigten." Ähnliches wurde auch von anderer Seite (Wolff-Krauße, Ratzeburg) beobachtet. Bando erklärt die Vorliebe für Mulm aus dem größeren Wärmeschutz, den der Holzmulm bietet [1]).

Die verpuppungsreife Raupe wird fast überall gleichmäßig schmutzig-, aber dunkler grün, so daß die weißen Streifen immer undeutlicher werden und nur noch die schwarze Zeichnung deutlicher erhalten bleibt. „Sie zieht sich etwas zusammen und liegt (im Zwinger) wurmförmig gekrümmt da. In diesem Stadium kann die Raupe nicht mehr kriechen, sondern bewegt sich, besonders wenn sie berührt wird, schnellend und schlängelnd fort." „Wurden solche Raupen in Zuchtgefäßen, die mit Erde und auf dieser mit einer dicken Streulage gefüllt waren, auf die Streu gelegt, so bohrten sie sich meist augenblicklich in die Streu ein; nur wenige verweilten noch kurze Zeit an der Streuoberfläche" (Sachtleben).

Während von einem Teil der Autoren angegeben wird, daß die Forleule sich völlig ohne Gespinst im Boden verpuppt, sprechen andere Autoren von einem, wenn auch schwachen Gespinst, das die Raupe vor der Verpuppung fertigt, wie Kob („das lose dünne Gespinst, welches ganz zu Anfang über den Puppen gefunden wird"), Hennert (1798) („hiezu macht sie ein dünnes Gespinst, in welches sie Kiehnnadeln und Moos verwebet"), Zinke (1798), („hier bereiten sie sich ein längliches Gewölbe und befestigen es von innen mit einigen Seidenfäden"), Hartig (1838) („verbindet, an der Stelle, wo sie sich verpuppen will, die zunächst liegende Erdkrume mit wenigen Seidenfäden zu einem lockeren Gespinste") und in ihrer neuesten Darstellung auch Wolff und Krauße („Die Verpuppung geht in einer nur mit wenigen, später kaum nachweisbaren Spinnfäden versehenen Höhle vor sich"). Eingehend hat Eckstein (1924a) nach Zwingerversuchen solche Puppenhöhlen aus Moos und Kotkrümeln, die durch Spinnfäden verbunden waren, beschrieben: „Auch in meinen Zwingerzuchten stellten die zur Verpuppung schreitenden Raupen Puppenhöhlen her (Abb. 534), die teils aus Kotkrümeln, teils aus den zur Nahrung gereichten Kiefernnadeln, teils aus

[1]) Bei dem Bedürfnis der Puppen nach feuchter Umgebung dürfte auch der Schutz vor Austrocknung derartiger Plätze hierbei eine Rolle spielen.

Streunadeln und -teilchen — je nach dem Material, das den Raupen im Zuchtgefäß zur Verfügung stand — bestanden. Die einzelnen Teile waren durch feine Spinnfäden miteinander verbunden." „Von den Gespinstfäden bemerkt man wenigstens im Winter und zum Frühjahr hin kaum noch etwas, da sie wohl nach einiger Zeit durch atmosphärische Einflüsse zerstört werden."

Die Zeit, die vom Verschwinden der Raupe im Boden bis zur Verpuppung verstreicht, beträgt durchschnittlich 5 Tage.

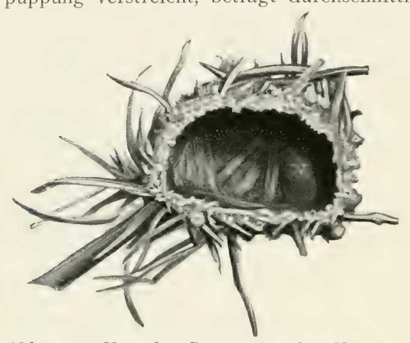


Abb. 534 Von der Raupe vor der Verpuppung gefertigte Puppenhöhle. Nach Sachtleben.

Die Lage der Puppe richtet sich nach der Beschaffenheit des Bodens. Ist eine unversehrte Streudecke vorhanden, so sind die meisten Puppen im dichtesten Wurzelfilz unmittelbar über dem mineralischen Boden zu finden. Wo die Streudecke fehlt, gräbt sich die Raupe zur Verpuppung mehr oder weniger tief (mehrere Zentimeter) in den mineralischen Boden ein. Übrigens ist auch der Gesundheitszustand der Raupen nicht ganz ohne Einfluß auf die Lage der Puppe im Boden, insofern als kranke oder parasitierte Raupen gewöhnlich nicht mehr so tief in den Boden einzudringen vermögen wie gesunde, und infolgedessen auch die Puppen von kranken Raupen meist oberflächlicher liegen als die von gesunden. Es sei hier auch auf die Angaben v. Vietinghoffs auf den Einfluß der Bodendecke auf die Verpuppung verwiesen (S. 666).

Was die Dauer der Puppenruhe anbelangt, so währt diese im allgemeinen $9^1/_2$ bis 10 Monate, im Mittel 300 Tage. Wie die Puppenzeit durch verschiedene klimatische Verhältnisse beeinflußt werden kann, darüber ist oben beim Abschnitt über das Schlüpfen der Falter Näheres ausgeführt (S. 624).

Epidemiologie.

Zur Theorie: Die Zwölfersche Populationsgleichung.

Bevor wir auf die Epidemiologie der Kieferneule im speziellen eingehen, müssen noch — als Ergänzung der im Allgemeinen Teil dieses Bandes gegebenen Darstellung der neueren epidemiologischen Anschauungen (S. 51 ff). — einige Erörterungen allgemeiner theoretischer Art vorausgeschickt werden, die sich auf die vor kurzem aufgestellte Zwölfersche Populationsgleichung beziehen [1]). Letztere bildet einen Versuch, die Erscheinungen des Massenwechsels der Insekten einer allgemeinen quantitativen Behandlung zugänglich zu machen, und ist daher auch für die Praxis von größter Bedeutung.

[1]) Zwölfer, W., Biol. Zentralblatt 1930 und Z. f. ang. Entom. 1931.

Quantitative Forschungsmethoden setzen Meßbarkeit der untersuchten Erscheinungen voraus. Ist diese Voraussetzung erfüllt und sind die Erscheinungen gesetzmäßig verknüpft, dann muß auch eine mathematische Formulierung ihrer gegenseitigen Beziehungen möglich sein.

Ausgangspunkt der Überlegungen Zwölfers ist das „organische Gleichgewicht". In der Natur wird es durch das Gegeneinanderwirken zweier Kräfte geregelt: „der Zeugungskraft der Organismen auf der einen — des Widerstandes der Umwelt auf der anderen Seite. Das Resultat des Spieles dieser Kräfte ist die Populationsdichte der einzelnen Organismenarten, d. h. die Zahl der Individuen einer Art auf irgendeine Einheit ihres Lebensraumes bezogen".

Theoretisch sind die genannten drei Größen mit beliebiger Genauigkeit meßbar: die „Zeugungskraft" durch die von einem Weibchen durchschnittlich produzierte Nachkommenzahl, der Widerstand der Umwelt durch den Anteil vernichteter Individuen, am zweckmäßigsten in Prozenten der vorhandenen bzw. erzeugten Nachkommen ausgedrückt, die Populationsdichte endlich durch die auf irgendeine Lebensraumeinheit reduzierte Individuenzahl der Art.

Änderungen eines im Gleichgewicht befindlichen Systems setzen Änderungen der wirkenden Kräfte voraus: jede Mehrung oder Minderung des Widerstandes der Umwelt und ebenso jede Mehrung oder Minderung der Zeugungskraft kann theoretisch eine Verschiebung des Systems bedingen. Ausdruck dieser Verschiebung sind die von Generation zu Generation beobachtbaren Schwankungen der Populationsdichte einer Art an einem bestimmten Biotop. Verschiebungen in der einen Richtung während einer oder mehrerer Generationen werden in den folgenden erfahrungsgemäß durch Verschiebungen in entgegengesetzter Richtung ausgeglichen. Unter der Voraussetzung, daß innerhalb einer gegebenen Population keine grundsätzliche und dauernde Änderung einer der beiden wirkenden Kräfte eintritt, wird daher im Laufe zahlreicher Generationen ein Gleichgewichtszustand angestrebt. Seiner wahren Natur nach stellt er ein dynamisches System vor.

Epidemien sind zeitweilige Verschiebungen dieses dynamischen Systems im Sinne einer erheblichen Zunahme der Populationsdichte. Aus dem Gesagten folgt, daß sie durch Änderung einer der beiden wirkenden Kräfte (Zeugung und Widerstand) oder durch eine gleichsinnige Änderung beider zusammen bedingt sein können.

Durchschnittliche Nachkommenzahl einer Art und Widerstand der Umwelt sind von Art zu Art und Ort zu Ort verschieden. Auch von Generation zu Generation sind sie innerhalb gewisser Grenzen Schwankungen unterworfen. Letzteres ist für den Widerstand der Umwelt hinlänglich bekannt [1]). Was die Nachkommenzahl angeht, so mehren sich in neuer Zeit Beobachtungen, die für die Richtigkeit des Satzes sprechen. Neben artspezifischen Eigenschaften hat Einfluß auf sie das Geschlechterverhältnis, der Ernährungszustand der Elterntiere, klimatische Einwirkungen am Aufenthaltsort der Tiere während der Zeugungsperiode, ja sogar biotische Faktoren, wie Sterilität der Weibchen infolge Parasitierung.

Streng genommen mußte demnach bei mathematischer Formulierung der Beziehungen zwischen Zeugungskraft und Widerstand der Umwelt mit der Möglichkeit einer Änderung beider Kräfte von Generation zu Generation

[1]) Vergleiche hierzu das im Allgemeinen Teil dieses Bandes (S. 51 ff.) Gesagte.

gerechnet werden. Indessen erweist es sich als zweckmäßig und läßt sich auch theoretisch begründen, die eine der beiden wirkenden Kräfte, die „Zeugungskraft", als konstant und artspezifisch anzusehen, wie das bisher in der Regel auch schon geschehen ist. Danach würde jeder Insektenart eine ideale oder „absolute" Zeugungskraft zukommen, der gegenüber die in freier Natur oder unter wechselnden Versuchsbedingungen erzielten Werte der Durchschnittsnachkommenzahl je Weibchen nur relative Bedeutung besitzen. Der Wert der relativen Durchschnittsnachkommenzahl ist von den oben genannten und vielleicht auch noch von anderen Umweltseinflüssen abhängig. Die „absolute Zeugungskraft" einer Art kommt demgegenüber nur unter dem Optimum sämtlicher maßgebender Bedingungen zur vollen Auswirkung.

Die Differenz der Werte der „absoluten Zeugungskraft" und der relativen Durchschnittsnachkommenzahl läßt sich als eine Reduktion der artspezifischen Zeugungsfähigkeit auffassen, die durch Umwelteinflüsse bedingt ist. Damit erfährt der oben definierte Begriff des Widerstandes der Umwelt eine Erweiterung: „Neben dem Anteil vernichteter Individuen der Generation einer Art umfaßt er auch die Reduktion ihrer idealen Nachkommenzahl. Mißt man die Reduktion in Prozenten der absoluten Zeugungskraft der Art, dann kann dieser Wert rechnerisch in derselben Weise behandelt werden, wie der Umweltswiderstand, der in Prozenten vernichteter Individuen einer Generation gemessen wurde.

So ist beispielsweise die absolute Zeugungskraft der Kieferneule mit 190 anzusetzen[1]). An Hand von E. Meyers Freilandbeobachtungen, die durch Untersuchungen von Zwölfer eine gewisse Bestätigung fanden, war in Heideck im Eruptionsjahr 1930 die durchschnittlich von einem Weibchen abgelegte Eizahl 130. Der Umweltswiderstand, der eine Reduktion der absoluten Zeugungskraft von 190 auf 130 zur Folge hatte, war demnach im vorliegenden Fall gleich 60 Eier je Weibchen oder in Prozenten der absoluten Zeugungskraft der Art gemessen = 31. — Sachtlebens Beobachtungen an der Kieferneule im Zossener Revier ergaben 1925 eine durchschnittliche Eiablage je Weibchen von 30 Eiern. In diesem Fall war der Widerstand, der die Reduktion der idealen Eizahl von 190 auf 30 bedingte, in Prozenten gemessen = 84. Die beiden Beispiele zeigen gleichzeitig, welch erheblichen Schwankungen die Umweltswiderstände unterliegen, die die ideale Eizahl in den einzelnen Generationen reduzieren.

Die Beziehungen, die zwischen „Zeugungskraft" und „Widerstand der Umwelt" bestehen, wenn der Gleichgewichtszustand der Art in aufeinanderfolgenden Generationen gewahrt bleiben soll, sind bereits von Bremer allgemein formuliert worden[2]). In der von Zwölfer benutzten Fassung lautet der Ausdruck:

$$W_0 = \frac{100\left(e - \frac{m+f}{f}\right)}{e}$$

„Hierin stellt W_0 den Prozentsatz vor, welcher von der theoretisch im Optimum aller Bedingungen möglichen Nachkommenschaft durch den

---

[1]) Vergleiche S. 633.

[2]) Vergleiche den Allgemeinen Teil des Bandes. Wegen der Ableitung dieser und der folgenden Formeln muß auf die Originalarbeiten verwiesen werden.

Widerstand der Umwelt ausgemerzt werden muß, um den Gleichgewichtszustand zu erhalten. e ist der Wert der absoluten Zeugungskraft der Art, m:f deren Geschlechterverhältnis. Nach den obigen Erläuterungen umfaßt somit der Widerstandswert W_0 nicht nur den Anteil direkt vernichteter Nachkommen, sondern auch die Reduktion der absoluten Zeugungskraft der Art."

Dieser der obigen Gleichung entsprechende Widerstandswert W_0, der für den Fall der Erhaltung des organischen Gleichgewichtes besteht, wird von Zwölfer als „Gleichgewichtswiderstand" bezeichnet. Ihm kommt bis zu einem gewissen Grad ebenso wie der „absoluten Zeugungskraft" artspezifische Bedeutung zu.

Für die Kieferneule beispielsweise mit einem Geschlechterverhältnis von rund 1:1 und einer idealen Eizahl von 190 ist der Wert des Gleichgewichtswiderstandes

$$W_0 = \frac{100\left(190 - \frac{1+1}{1}\right)}{190} = 98{,}95$$

Mit anderen Worten: 98,95% von der theoretisch im Optimum aller Bedingungen möglichen Nachkommenschaft der Kieferneule müssen von eigener Fortpflanzung ausgeschaltet werden, wenn der Gleichgewichtszustand erhalten bleiben soll. Dabei kann dieser Prozentsatz teils durch Reduktion der idealen Eizahl, teils durch direkte Vernichtung der Nachkommenschaft als Auswirkung abiotischer und biotischer Widerstandskomponenten erreicht werden.

In derselben Weise läßt sich für jede Art, deren „absolute Zeugungskraft" und deren Geschlechterverhältnis bekannt sind, der Wert ihres Gleichgewichtswiderstandes ermitteln. Zunächst nur von theoretischem Interesse, erlangt er, im weiteren Zusammenhang betrachtet, praktische Bedeutung.

Für die Berechnung des gesamten Umweltswiderstandes, der auf irgendeine Generation einer Insektenart einwirkte, leitet Zwölfer 2 Gleichungen ab, die im folgenden mitgeteilt seien.

Bezeichnet man mit P_1 die Populationsdichte einer Insektenart an einem gegebenen Biotop zu Beginn einer Generation, mit P_2 die Populationsdichte zu Ende der Generation, nennt man ferner die „absolute Zeugungskraft einer Art" e, und ihr Geschlechterverhältnis ♂♂ : ♀♀ = m : f, dann gilt für den Gesamtwiderstand W_x, der auf die betreffende Generation einwirkte, die Formel:

$$W_x = \frac{100 \cdot \left(P_1 \cdot e - P_2 \cdot \frac{m+f}{f}\right)}{P_1 \cdot e}$$

Hiernach ist der Gesamtwiderstand W_x, der auf die Generation wirkte, bestimmbar, wenn Anfangs- und Endpopulationsdichte der Generation durch Beobachtung ermittelt worden, und die ideale Nachkommenzahl sowie das Geschlechterverhältnis der Art bekannt sind. Nach diesem Ausdruck berechnet gibt W_x denjenigen Prozentsatz an, der von der im Optimum aller Bedingungen möglichen Nachkommenschaft der Ausgangspopulation in der betreffenden Generation vernichtet wurde.

Für die praktische Anwendung ist eine Modifikation des obigen Ausdruckes zur Bestimmung des Gesamtwiderstandes vorteilhaft. Sie kann durch algebraische Umformung aus der Gleichung abgeleitet werden und lautet:

$$W_x = \frac{100 \cdot (P_1 - P_2) + W_0 \cdot P_2}{P_1}$$

Hiernach ist der Gesamtwiderstand W_x in gleicher Weise wie oben bestimmbar, wenn bekannt bzw. durch Beobachtung ermittelt worden sind Ausgangs- und Endpopulationsdichte der Generation, sowie der „Gleichgewichtswiderstand" W_0 der betreffenden Art.

Ein Beispiel möge die praktische Anwendung des Gesagten erläutern: Schwerdtfeger, der den Kiefernspanner in der Letzlinger Heide untersuchte, gibt eine Zusammenstellung der Durchschnittspuppenzahlen, die bei Probesammlungen in einzelnen aufeinanderfolgenden Jahrgängen je qm Bodenstreu festgestellt wurden. In der nachfolgenden Tabelle sind seine Werte zusammengestellt:

Herbst, Jahrgang	1924	1925	1926	1927	1928	1929
Puppenzahl je qm (im Gesamtdurchschnitt)	0,14	0,92	1,11	8,71	33,04	30

Wie groß war in den einzelnen Generationen der Gesamtwiderstand der Umwelt? — Das Geschlechterverhältnis in der Generation 1927/28 betrug nach Schwerdtfeger m : f = 63 : 37, also rund m : f = 2 : 1. Da auch anderweitig gleichlautende Literaturangaben vorliegen, kann es für die verschiedenen Generationen als konstant angenommen werden. Die Durchschnittseizahl pro Weibchen („absolute Zeugungskraft") sei nach Nüßlin mit e = 120 angesetzt. Der Gleichgewichtswiderstand beträgt dann in diesem Fall

$$W_0 = \frac{100 \left(120 - \frac{2+1}{1}\right)}{120} = 97{,}5$$

Für die Generation 1924/25 war $P_1 = 0{,}14$ und $P_2 = 0{,}92$. Mithin betrug der Gesamtwiderstand W_x für diese Generation:

$$W_x = \frac{100 \cdot (0{,}14 - 0{,}92) + 97{,}5 \cdot 0{,}92}{0{,}14} = 83{,}57$$

Mit anderen Worten: 83,57% der theoretisch im günstigsten Fall möglichen Nachkommenschaft der Ausgangspopulation fiel im Laufe der Generation 1924/25 teils durch Reduktion der Eizahl, teils durch direkte Einwirkung der Umwelt auf die gezeugte Nachkommenschaft der Vernichtung anheim. In entsprechender Weise lassen sich für die übrigen Generationen die Werte der Gesamtwiderstände berechnen. In der folgenden Tabelle sind sie zusammengestellt, wobei gleichzeitig die einzelnen Jahrgänge mit den oben gebrauchten Bezeichnungen belegt sind:

	1. Vorbereitungsjahr	2. Vorbereitungsjahr	Prodromaljahr	1. Eruptionsjahr	2. Eruptionsjahr, Beginn der Krise
Generation . . .	1924/25	1925/26	1926/27	1927/28	1928/29
Gesamtwiderstand	83,57 %	96,98 %	80,38 %	90,52 %	97,73 %

Der Widerstand der Umwelt war demnach im 1. Vorbereitungsjahr und im Prodromaljahr am geringsten und dementsprechend die Zunahme der Populationsdichte in diesen Generationen am größten.

Während in den Jahrgängen 1924—1928 die Werte des Gesamtwiderstandes unterhalb des Gleichgewichtswiderstandes lagen, was den Ausbruch einer Kalamität bedingte, übertraf er ihn im Jahrgang 1928/29 um 0,23%. Damit war die Krise der Gradation eingeleitet.

Welche Folgerungen ergeben sich hieraus? — Die mitgeteilten Werte für den Gesamtwiderstand in den einzelnen Jahrgängen lassen erkennen, in welchem Ausmaß dieser schwanken kann. Sie zeigen ferner zahlenmäßig, daß der Anstoß zu der Gradation in eine Zeit fällt, in der die Zunahme der Population des Schädlings sich noch in keiner Weise durch auffallend vermehrten Fraß bemerkbar machte. Des weiteren ist ihnen zu entnehmen, daß die größte Zunahme der Schädlingspopulation keineswegs im Eruptionsjahr einer Kalamität liegt, wie vielfach irrig angenommen wird, sondern in den vorhergehenden Jahrgängen. Endlich geht aus den mitgeteilten Widerstandswerten noch hervor, daß, um eine Eruption zu erzielen, stets mehrere Generationen aufeinanderfolgen müssen, in denen der Gesamtwiderstand unterhalb des Gleichgewichtswiderstandes für die betreffende Art liegt.

Weitere systematisch durch Jahre hindurch fortgeführte Freilanduntersuchungen in dieser Richtung würden zu einer Kenntnis der niedersten und höchsten Widerstandswerte sowie ihrer sämtlichen Zwischenstufen führen, die innerhalb eines Biotops für einen bestimmten Schädling herrschen. Der Vergleich der gefundenen Werte mit den jeweiligen Klimaverhältnissen der zugehörigen Jahrgänge würde vermutlich ergeben, daß einer bestimmten Klimakonstellation ein bestimmter Wert des Gesamtwiderstandes zugeordnet ist. Ist noch die Populationsdichte der betreffenden Schädlingsart für normale Jahre bekannt, dann läßt sich die Steigerung oder Verminderung der Population von Jahr zu Jahr rein rechnerisch mit Hilfe der Widerstandswerte und der meteorologischen Daten verfolgen, ohne daß dazu weiterhin umständliche Einzeluntersuchungen notwendig wären. Überraschungen für die Praxis wären auf diese Weise ausgeschlossen.

Die Richtigkeit dieser Überlegungen wird bis zu einem gewissen Grad bestätigt durch die Untersuchungen von Berwig über Klima und Kieferneulengradation und entsprechend von F. Eckstein über den Kiefernspanner. Beide Untersuchungen lassen die klimatische Bedingtheit der Gradationen erkennen, beide zeigen, daß das erste Jahr mit klimatischen Besonderheiten der Eruption um mehrere Jahre vorausgeht, aus der Arbeit des letztgenannten Autors geht ferner hervor, daß mehrere Jahre mit günstigen Klimabedingungen einander folgen müssen, ehe das Eruptionsjahr erreicht wird. Unter Berücksichtigung obiger Überlegungen würden derartige Untersuchungen eine noch präzisere Fassung dieser Verhältnisse gestatten. —

In seiner Gesamtheit erscheint der Widerstand der Umwelt als Resultante eines Systems von Widerstandskomponenten oder Einzelwiderständen. So werden bekanntlich unter den Einflüssen der Umwelt, die auf das Leben der Insekten einwirken, solche abiotischer und biotischer Art unterschieden. Erstere umfassen — um nur einige der wesentlichen zu nennen — Klima, Boden usw., letztere jene der Ernährung, Krankheiten, Feinde, Parasiten

usw. Wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, sind diese Widerstandskomponenten ihrem Wesen nach außerordentlich mannigfaltig. In ihrer Wirkung indessen — sofern man diese in der Vernichtung lebender Individuen erblickt — stimmen sie überein. Wie der Gesamtwiderstand in Prozent der theoretisch möglichen Nachkommenschaft gemessen wurde, so sind die Einzelwiderstände in Prozent des jeweils vernichteten Individuenanteils einer Population meßbar.

Neben diesen direkt wirkenden Einzelwiderständen müssen noch solche unterschieden werden, welche eine gegebene Insektenpopulation indirekt beeinflussen, indem sie deren Zeugungsfähigkeit beeinträchtigen. Deren Wesen wurde bereits oben kurz angedeutet. Ihr Wirkungsgrad kommt in der Reduktion der absoluten Eizahl der betreffenden Insektenart zum Ausdruck. Mißt man diese Reduktion in Prozent der absoluten Eizahl, dann lassen sich auch die indirekt wirkenden Widerstandskomponenten mit den direkt wirkenden vergleichen. Beide können alsdann in gleicher Weise rechnerisch behandelt werden.

Unter Berücksichtigung dieser Überlegungen ist es möglich einen allgemeinen Ausdruck aufzustellen, der alle für die Schwankungen der Populationsdichte einer Art unmittelbar maßgebenden Glieder vereinigt. Er gestattet die Berechnung der Populationsdichte zu Ende einer Generation (P_x), wenn bekannt sind die Ausgangspopulationsdichte (P_1) der Art, ihr Geschlechterverhältnis (m:f), ihre absolute Eizahl (e), sowie sämtliche Widerstandskomponenten (w_1, w_2, w_3 usw.), die auf die betreffende Generation einwirkten. Dabei ist vorausgesetzt, daß die direkt wirkenden Einzelwiderstände in Prozent des jeweils vernichteten Individuenanteils der Population gemessen wurden, die indirekt wirkenden in Prozent der Reduktion, welche die absolute Eizahl in der betreffenden Generation erfuhr. Hiernach lautet die Formel zur Bestimmung der Endpopulationsdichte (P_x) unter Berücksichtigung der Einzelwiderstände:

$$P_x = \frac{P_1 \cdot e \cdot f}{m + f} \left(1 - \frac{w_1}{100}\right) \left(1 - \frac{w_2}{100}\right) \left(1 - \frac{w_3}{100}\right) \ldots\ldots \left(1 - \frac{w_n}{100}\right)$$

Die theoretischen Folgerungen, die sich aus der Diskussion dieser Gleichung ergeben, seien im folgenden zusammenfassend mitgeteilt:

Im Laufe mehrerer Generationen betrachtet, lassen sich unter den Widerstandskomponenten „unabhängig veränderliche“ und „abhängig veränderliche“ unterscheiden. Erstere besitzen auf die Dauer größeren Einfluß auf Änderungen der Populationsdichte als letztere. In diesem Sinn kann von Widerstandskomponenten mit primärer und sekundärer epidemiologischer Bedeutung gesprochen werden.

Zu den Einzelwiderständen mit sekundärer epidemiologischer Bedeutung gehören solche, die durch den Einfluß von Parasiten, Feinden, Krankheiten usw. bedingt sind. Diese sind in der Stärke ihres Auftretens wesentlich von der jeweiligen Populationsdichte des Wirtstieres abhängig.

Primäre epidemiologische Bedeutung besitzen demgegenüber in der unberührten Natur Klima und physiographische Änderungen geologischer Art, soweit sie direkt oder indirekt an der Dezimierung der Population eines Insekts beteiligt sind. Im Gegensatz zu den sekundären Widerstandskomponenten (siehe oben) ist ihre Wirkungsgröße von der Populationsdichte des Schädlings gänzlich unabhängig. Unter den Verhältnissen des Kulturlandes

kommen eine Reihe weiterer, durch die Tätigkeit des Menschen bedingte Widerstandskomponenten mit primärer epidemiologischer Bedeutung hinzu: wie jene der Ernährung (Fruchtwechsel in der Landwirtschaft und waldbauliche Eingriffe in der Forstwirtschaft), der Beeinflussung des Lebensraums durch Kulturmaßnahmen (Trockenlegung von Sümpfen, Änderungen des Grundwasserhorizontes, Bodenbearbeitung usw.), der Bekämpfung mit technischen oder biologischen Hilfsmitteln. Hier sind sie im Einzelnen oder in ihrer Gesamtheit für die Schwankungen der Populationsdichte einer Insektenart von Generation zu Generation verantwortlich. In der unberührten Natur ist dies in der Hauptsache das Klima.

Was den praktischen Anwendungsbereich der Populationsgleichung angeht[1]), so vereinfacht sie das in entsprechenden Fällen bisher gebräuchliche direkte Rechenverfahren. Im übrigen ist sie hinsichtlich Beginn und Ende einer Generation zeitlich nicht begrenzt: jedes Entwicklungsstadium, gleichviel ob Larve, Puppe oder Vollkerf, kann in ihr als Anfang bzw. Ende einer Generation angenommen, und diese dementsprechend vom Ei bis zum Ei, von Larve bis zur Larve usw. gerechnet werden.

Auch die Populationsdichte der Art zu irgendeinem beliebigen Zeitpunkt der Generation — also beispielsweise für irgendein Entwicklungsstadium, das praktisch besonders bedeutungsvoll ist — kann nach ihr ermittelt werden, wenn Ausgangspopulationsdichte, ideale Eizahl, Geschlechterverhältnis und diejenigen Widerstände bekannt sind, die bis zu dem betreffenden Zeitpunkt gewirkt haben. Letzteres ist für Prognosestellungen von Wichtigkeit.

Bei quantitativ analytischen Untersuchungen von Massenwechselerscheinungen gibt die Populationsgleichung die Möglichkeit sich rasch über die Vollständigkeit und Richtigkeit der empirisch gefundenen Daten zu vergewissern. Sind nämlich bei einer solchen Untersuchung Ausgangs- und Endpopulationsdichte der Generation festgestellt worden, und sämtliche wesentliche Einzelwiderstände ihrer Wirkungsgröße nach empirisch ermittelt, dann müssen die gefundenen Werte, in die Populationsgleichung eingesetzt, diese befriedigen. Ist dies nicht der Fall, und weicht der berechnete Wert der Endpopulationsdichte P_x erheblich vom beobachteten Wert ab, so zeigt dies, daß ein oder mehrere wichtige Umweltseinflüsse, die auf die betreffende Generation wirkten, der Beobachtung entgangen sind.

Endlich gestattet die Populationsgleichung, wenn bei einer quantitativ analytischen Untersuchung alle wesentlichen Einzelwiderstände bis auf einen empirisch ermittelt werden konnte, die Wirkungsgröße dieses einen unbekannt gebliebenen in einfacher Weise zu bestimmen. Es ist hierzu lediglich erforderlich, in der Gleichung die gesuchte Widerstandskomponente (w_x) als „Unbekannte“ zu behandeln, und die Gleichung entsprechend nach w_x aufzulösen.

So betrachtet, ist die Populationsgleichung ein einfaches Hilfsmittel für quantitativ analytische Massenwechseluntersuchungen. Bei den empirisch ermittelten Daten können naturgemäß nur Durchschnittswerte berücksichtigt werden. Dementsprechend stellen auch die mit Hilfe der Gleichung gefundenen Ergebnisse nur Mittelwerte vor, die allerdings den wirklichen Ver-

---

[1]) Bezüglich weiterer Einzelheiten und praktischer Beispiele über die Anwendung der Formel muß auf die Originalarbeiten verwiesen werden. Im übrigen vergleiche die Beispiele (S. 727 ff. u. 735 ff.).

hältnissen um so näher kommen werden, je umfangreicher das Material ist, auf dem die empirischen Daten fußen.

Die Anwendung der Formel für Prognosezwecke im besonderen setzt voraus, daß die Wirkungsgröße der wesentlichen Einzelwiderstände bis zu dem Zeitpunkt zuverlässig vorausgeschätzt werden kann, für den die Prognose gestellt werden soll. Wie Zwölfer im einzelnen näher ausführt, kann dieser Zeitpunkt sich selbst über mehrere Generationen erstrecken. Ist eine derartige Schätzung der Einzelwiderstände möglich, — und die neuere epidemiologische Untersuchungsmethodik gibt hierfür eine Handhabe — dann ist künftig auch eine praktisch brauchbare Prognosestellung durchführbar.

Ätiologie der Gradation.

Örtliche Disposition.

Als Seuchengebiete kommen in Betracht trockene, mit ausgedehnten reinen Kiefernwäldern bedeckte Gegenden, deren jährliche Niederschlagsmenge zwischen 400 und 800 mm beträgt und deren Meereshöhe 500, höchstens 600 m, nicht übersteigt (Berwig, 1925). Eine besondere Disposition für die Eulengradation zeigen Kiefernwälder im Stangenholzalter von 25 50 Jahren[1]). Nach den meisten älteren Autoren sind es Wälder auf dürftigen Sandböden („armselige Kiefernheiden, die auf sterilen Sanden stocken"), in denen sich die Eule am stärksten vermehrt und die in Gradationsperioden ihr zuerst zum Opfer fallen. Nach neueren Beobachtungen bei den letzten Kalamitäten scheint aber diese Annahme nicht allgemein gültig zu sein. So wurden nach Hilff-Wittich (1924 a) beim letzten Fraß gerade die schlechtesten Standortsklassen (neben der Mischwaldzone) auffallend gemieden. Ganz ähnliches berichten Lehner und Berwig: Im Geißeler Bezirk trat der Fraß am stärksten auf den besten Böden (I. und II. Klasse) auf; etwas weniger befressen wurde die III. und IV. Bonität, während die V. Bodenklasse und die ganz geringen Standorte unter V. Bonität und Sanddünen fast ganz verschont blieben.

A. von Vietinghoff glaubte diese Widersprüche durch die Verschiedenartigkeit der Bodendecke, bzw. die damit zusammenhängende mechanische Behinderung der zur Verpuppung schreitenden Raupe erklären zu können. Er äußert sich (1925 a) darüber wie folgt:

„Die abgebaumte Raupe ist beweglich und sucht sich die ihr zusagenden Örtlichkeiten, die ihr Schutz vor Vertrocknung oder Nässe gewähren und ihr ein leichtes Einbohren unter die Streudecke erlauben. Wir können in unseren Kiefernwäldern nur selten von einer Reinheit der Bodenflora im bestandsbildenden Sinn sprechen, sondern meist nur von dominierenden Typen bzw. deren Durchsetzung mit anderen Typen in gewissen prozentualischen Verhältnissen. Doch auch dieses Mischungsverhältnis gibt immerhin ein gutes Bild und scheint für das quantitative Vorkommen der Eulenpuppen ausschlaggebend zu sein."

„Für die fünfte Bestandsbonität kommen in Frage:

a) Kohliger Humus: eine Verpuppung findet nicht statt, da jede Feuchtigkeit durch den Wachsüberzug fern gehalten wird, die Insolation eine besonders starke ist und eine Streudecke sich nicht bilden kann. Der Typ ist innerhalb der Bestände selten, öfter dagegen an deren Peripherie zu finden.

---

[1]) Nach Müller (1925) ist „kein Ort im Walde in seinen Temperaturverhältnissen ausgeglichener als der gleichförmige Stangenort, so daß hier den Puppen die günstigsten Überwinterungsmöglichkeiten geboten seien".

b) Der Cladonia-Typ: die Flechte *Cladonia rangiferina* und Verwandte bieten der Raupe alle Vorteile leichter Durchdringung neben Schutz vor Vertrocknung.

c) Der Hypnum-Schreberi-Typ: neben Dicraneen *Scleropodium purum, Stereodon cupressiforme* u. a. ist er vorzüglich für die Verpuppung der Forleule geeignet.

d) Hypnum-Schreberi × Cladonia rangiferina: wie b und c.

e) Cladonia × Calluna-Typ: Hier sei vorweggenommen, daß ältere *Calluna* ganz ungeeignet für die Verpuppung ist wegen der mechanischen Hindernisse, die ihr starkes Wurzelsystem darstellen. Die Durchwachsung von *Calluna* mit *Cladonia* kann alle Stadien zeigen. *Cladonia* als Dominante wird noch gute Verpuppungsmöglichkeiten bieten.

f) Cladonia × Myrtillus-Typ: *Vaccinium Myrtillus* ist nicht mehr der Anzeiger schlechtester Bonität. *Myrtillus* bildet ein im allgemeinen geringeres Verpuppungshemmnis als *Calluna,* besonders dort, wo *Cladonia* nur leicht durchwachsen ist.

g) Cladonia × Hypnum-Schreberi × Calluna.

h) Cladonia × Hypnum-Schreberi × Calluna × Myrtillus: g und h sind auf ihre mechanische Struktur hin zu prüfen und daraus das Ergebnis zu ziehen, ob die Eule ein ihr zusagendes Lager erreichen kann, oder ob die Verwurzelung des Rohhumus ein Hemmnis bildet. Ebenso weitere mögliche Kombinationen, z. B. mit *Vaccinium Vitis idaea* (Heidelbeere).

i) Der reine Calluna-Typ: Er wird bei der Verpuppung gemieden.

k) Der reine Myrtillus-Typ wird fast ebenso gemieden."

„Die Typen a—k sind Anzeiger einer schlechten Bonität, *Cladonia* der schlechtesten. Soweit *Calluna* in ihnen nicht dominiert, sind sie zur Verpuppung geeignet; besonders tritt das im Stangenholzalter hervor, wo *Calluna* wenig Raum einnimmt."

„Bodenflora von *Molinia coerulea, Pteris aquilina* und *Ledum palustre,* starke *Polytrichum*-Polster an vernäßten Stellen, *Sphagnum*-Blüten auf Moor oder *Funaria hygrometica* deuten schon auf eine so starke Verhärtung des Oberbodens hin und sind so innig mit ihm verwachsen, daß die Puppe eine Horizontalschicht zwischen Flora (bzw. Streu) und Boden gar nicht vorfinden würde. Dagegen schiebt sich die Raupe gern unter die Polster von *Leucobryum glaucum,* durch die sie aber nicht von oben, sondern von der Seite dringt. Es wäre interessant, den Einfluß anderer Moose auf die Verpuppung zu studieren."

„Wie verhält sich nun das Alter der Bestände zu diesen Typen?

„1. In ganz schlechten Bonitäten bleibt die Bodenflora oft von Anfang bis Ende — mit Ausnahme von kurzen Dickungsperioden — die gleiche. Hier kann man aber von Altholzbeständen nur im physiologischen, nicht im forstlichen Sinne sprechen (Abtriebsnutzung höchstens 150 fm pro ha). Das Altholz wird hier das Aussehen von lückigem Stangenholz haben.

„2. In Beständen, die man vom forstlichen Gesichtspunkt aus in Kultur-, Dickungs-, Stangenholz- und Altholzbestände einteilt, ist der Beschattungskoeffizient je nach dem Alter ein verschiedener. Zuerst gering (Ansiedlung von *Calluna* oder weiterwuchernde *Calluna*-Stöcke aus der letzten Abtriebsepoche), dann stärker, als Folge davon ein Zurücktreten der *Calluna* bis zum vollständigen Verschwinden, doch häufig auch ein Verbleiben; im Stangenholzalter wird *Calluna* meistens wenigstens insulär zurückgedrängt, sie geht dann die oben unter e, g und h genannten Mischungen ein. In Altholzbeständen, besonders, je mehr sie die finanzielle Umtriebszeit überschritten haben, werden *Calluna* und Vaccinien *(myrtillus* und *Vitis ideae)* wieder bestandsbildend und halten, je mehr sie sich ausbreiten, desto stärker die Eule vor der Verpuppung zurück."

„Auf etwas anmoorigen Stellen oder feuchterem Sand treten als Rohhumus bildende und verpuppungshemmende Bodenpflanzen *Ledum palustre, Pteris aquilina* und *Vaccinium Vitis ideae* auf."

„Die autochtone Vermehrung der Kieferneule wird also, der typischen Zusammensetzung der Bodenflora entsprechend, in Stangenhölzern geringerer Bonitäten eher vor sich gehen als in Althölzern mit Beerkrautüberzug, Sumpfporst, Pfeifenkraut (*Molinia coerulea*) oder Adlerfarn."

Vietinghoff hat gewiß ein Verdienst, auf die bis dahin zu wenig gewürdigte Bedeutung der Bodendeckenstruktur für die Verpuppung der Eule hingewiesen zu haben, doch kommt er, da er das Hauptgewicht auf mechanische Hinderung legt, mehrfach zu irrigen Schlußfolgerungen. So ist es nicht richtig, daß Molinia- usw. Bodendecken puppenfrei sind: bei der letzten mittelfränkischen Kalamität waren die *Molinia*-Orte sogar sehr reichlich mit Puppen belegt.

Demgegenüber spielt zweifellos der Feuchtigkeitsgrad des Bodens bzw. der Bodendecke für das Leben der Puppe eine große Rolle: leichte, durchlässige Böden sind, wenn sie eine hohe Streudecke besitzen (s. unten), für die Überwinterung der Puppe weit günstiger als schwere, undurchlässige.

Die Disposition für Eulengradation wird noch erhöht, wenn die Bestände in großer Ausdehnung völlig gleichaltrig sind und keine Unterbrechung des Schlusses zeigen, vielleicht neben anderem auch eine Folge geringerer Luftströmungen („Waldluft"). Braza sagt in einem Ministerialbericht (siehe Berwig, 1926), daß die Privatwaldungen wegen ihrer isolierten und parzellierten Lage viel mehr von der Eule verschont geblieben sind als die zusammenhängenden Staatswaldungen. Auch Lehner und Berwig führen an, daß die sogenannten Kulissenbestände, in denen in Abständen von 40—50 m Streifen von 8—10 m Breite hereingehauen waren, mitten im Fraßgebiet lange nicht so geschädigt wurden als unmittelbar angrenzende geschlossene. Den Grund hierfür glauben die beiden darin suchen zu dürfen, daß die Falter vom Wind abgeweht wurden und daher hier nicht zur Eiablage kamen (siehe dagegen die unten gegebene Erklärung Zwölfers).

Zur Klärung der Dispositions-Frage lieferten die experimentellen Untersuchungen Zwölfers (1931) und die Freilandbeobachtungen von E. Meyer (1931) wertvolle Beiträge.

Nach dem Erstgenannten liegt das Optimum der Kleinklimabedingungen für die überwinternde Puppe bei Temperaturen unterhalb 6° C und bei 100% rel. Luftfeuchtigkeit (Abb. 535). Die untere Grenze des Temperatur-Optimums, die aus versuchstechnischen Gründen noch nicht ermittelt werden konnte, wird schätzungsweise bei 0° C liegen. Bemerkenswert ist die auffallend große Empfindlichkeit der Puppe gegen Feuchtigkeitsgrade kleiner als 100%. 4—5wöchentlicher Aufenthalt der Puppen beispielsweise in einer Temperatur-Luftfeuchtigkeitskombination von 4° C und 93% L. F. hatte 82%ige Sterblichkeit der Puppen zur Folge. Dieselbe Temperatur mit 78% Luftfeuchtigkeit verbunden, bewirkt in der nämlichen Zeit eine 98%ige Mortalität und bei noch niederen Luftfeuchtigkeitsgraden endlich wurde durchweg 100%ige Puppensterblichkeit festgestellt. Demgegenüber hatte die Kombination 4° C/100% L. F. relativ die geringste Puppensterblichkeit (10—32%) zur Folge.

Es ist hieraus zu entnehmen, daß diejenigen Überwinterungsplätze den Puppen besonders verhängnisvoll werden, also gradationshemmend wirken können, die der Gefahr vorübergehender Austrocknung am ehesten ausgesetzt sind. Im Gegensatz zu Böden mit dickem

Moos- und Beerkrautbelag, wie sie vorwiegend in Stangenhölzern gefunden werden, wird dies namentlich für Sandböden mit dünner Humus- und Vegetationsdecke gelten, insbesondere dann, wenn sie bei lockerem Baumstand (Altholz!) und in stark parzellierten Beständen der austrocknenden Wirkung bewegter Luft (Windverhältnisse!) und der Insolation stark ausgesetzt sind.

Was die Wärmeverhältnisse der Überwinterungsplätze angeht, so sind diejenigen Orte als die günstigsten anzusprechen, in denen eine vorübergehende Steigerung der Temperatur über den kritischen Wert von ca. 6° C während der Wintermonate ausgeschlossen ist. Sie hätte — wie das früher bereits ausgeführt wurde — die Gefahr eines vorzeitigen Schlüpfens der Falter zur Folge, was für das Fortpflanzungsgeschäft und die Nachkommenschaft verhängnisvoll werden könnte. „Theoretisch bieten auch in dieser Hinsicht Standorte mit dicker Bodendecke (hohem Humus- und Vegetationsbelag) für die Puppe die günstigsten Überwinterungsplätze" (Zwölfer).

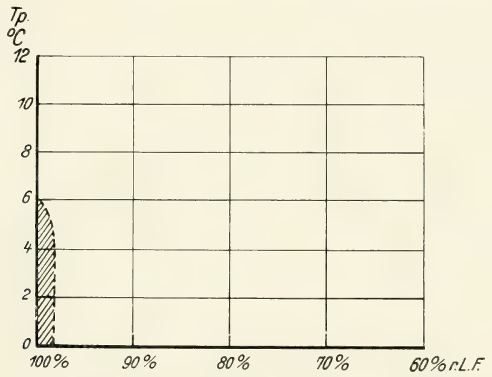


Abb. 535. Theoretisches vitales Optimum der überwinternden Puppe. Nach Zwölfer.

Diese hier mitgeteilten Zwölferschen Versuchsergebnisse finden wieder ihre Bestätigung durch die Freilandbeobachtungen Meyers. Letzterer unterscheidet (im Gegensatz zu v. Vietinghoff :) nur 2 Typen von Bodendecken:

1. den Rohhumus-, Moos-Beerenkraut-Typ (hohe Streu), den er als Typ 1 bezeichnet und

2. den Nadel-Heide-Cladonia-Typ (niedere Streu) = Typ 2.

Typ 1 überwiegt in Stangenhölzern, Typ 2, der in seiner Zusammensetzung jenem von berechten Beständen nahekommt, in Althölzern. Meyer fand durchgehend die größten Puppenzahlen in Typ 1 auf durchlässigen Böden, wo nach seinen kleinklimatischen Messungen die relative Luftfeuchtigkeit im Puppenlager niemals unter 100% sinkt, die geringsten Puppenmengen dagegen in Beständen des Typs 2 mit sehr dünner Streu- und Humusschicht auf ebenfalls durchlässigen Böden, wo die relative Luftfeuchtigkeit bei Trocken-

perioden unter 100% sinken kann. Völlig übereinstimmend mit obigen experimentellen Untersuchungsresultaten Zwölfers konnte Meyer feststellen, daß in der Tat die größere Mortalität zumeist an Standorten mit niederer Streu (Typ 2) angetroffen wird.[1])

Sind die gradationsfördernden Faktoren von besonderer Wucht und längerer Dauer, wie bei der letzten Riesenkalamität in Norddeutschland, so sind keine Unterschiede mehr zu bemerken zwischen den verschiedenen Altersklassen, Bestandsformen usw. Selbst in Mischwäldern wurden dann vielfach die Kiefern zwischen den Laubhölzern kahlgefressen. Einer solchen elementaren Sturmflut wie sie in den Jahren 1923/24 über die preußischen Kieferngebiete dahinbrauste, mußten auch die gesündesten bzw. widerstandsfähigsten Wälder, wenn sie nicht von genügend großer Ausdehnung waren, zum Opfer fallen. Es kann darin kein Beweis gegen das Vorhandensein von Unterschieden in der Disposition der verschiedenen Waldtypen erblickt werden.

Klimatische Einflüsse.

Klima als auslösender Faktor. — Als auslösende Momente für die Eulengradation scheinen, wie für die meisten übrigen Übervermehrungen klimatische Verhältnisse in Betracht zu kommen. Schon Ratzeburg (W. 153) widmet der Frage „des Zusammenhangs der Eulenentwicklung mit Witterung (und Böden)" ein ganzes Kapitel. Er kommt dabei zu dem Resultat, daß als „begünstigende Momente für schnelles Eintreten von besorglicher Vermehrung sind: 1. ein milder, schneearmer Winter (besonders auf Waldböden, wo die Puppen sich nicht einwühlen können), 2. mildes, stilles Wetter während der Flugzeit, 3. gleichmäßige, trockene Witterung während der letzten Häutung (Mitte Juni)." „Es scheint, als wenn gute Weinjahre auch Eulenjahre wären." Auch Zederbauer (1911) weist darauf hin, daß die Massenvermehrung der Forleule gewöhnlich in den trockenen, warmen Klimaperioden stattfindet.

Ebenso ist Berwig (1926) durch seine über 100 Jahre sich erstreckenden statistischen Untersuchungen über die Eulengradation in Bayern zu dem Ergebnis gekommen, daß deutliche Beziehungen zwischen Wein- und Eulenjahren bestehen. Nach Berwig stellen die „Weinjahre" meist die Vorbereitungsjahre dar, auf die dann gewöhnlich in 2 Jahren nach einem Prodromaljahr die Eruption folgt, z. B. 1911 Weinjahr — 1913 Eruption, 1921 Weinjahr — 1923 Eruption. Die Weinjahre, d. h. solche Jahre, in denen nicht unbedingt sehr viel Wein, aber ein ausgezeichneter Tropfen gedeiht, brauchen nach einem meist strengen Winter viel Sonne von der Weinblüte im Frühjahr bis zur Weinlese im Herbst, zeichnen sich also durch „hohe Wärmesumme und geringen Niederschlag" aus, wobei auf letzteren noch mehr Gewicht als auf ersteren zu legen ist. (Abb. 536).

---

[1]) Die Annahme, daß die Unterschiede des Puppenbelages auf Verschiedenheit der Parasitierung zurückzuführen seien, läßt sich auf Grund der Meyerschen Untersuchungen nicht bestätigen. Wenn auch ein gewisser Zusammenhang zwischen Parasitenbefall und Streuhöhe besteht, so finden sich gerade in den hohen Streulagen, die die meisten Eulenpuppen enthalten, auch die meisten Parasiten. Dagegen kann die geringe Junglarven-Sterblichkeit, die Meyer im Stangenholz gegenüber dem Altholz festgestellt hat, auch zu einer Erklärung des höheren Puppenbelags im ersteren mit herangezogen werden.

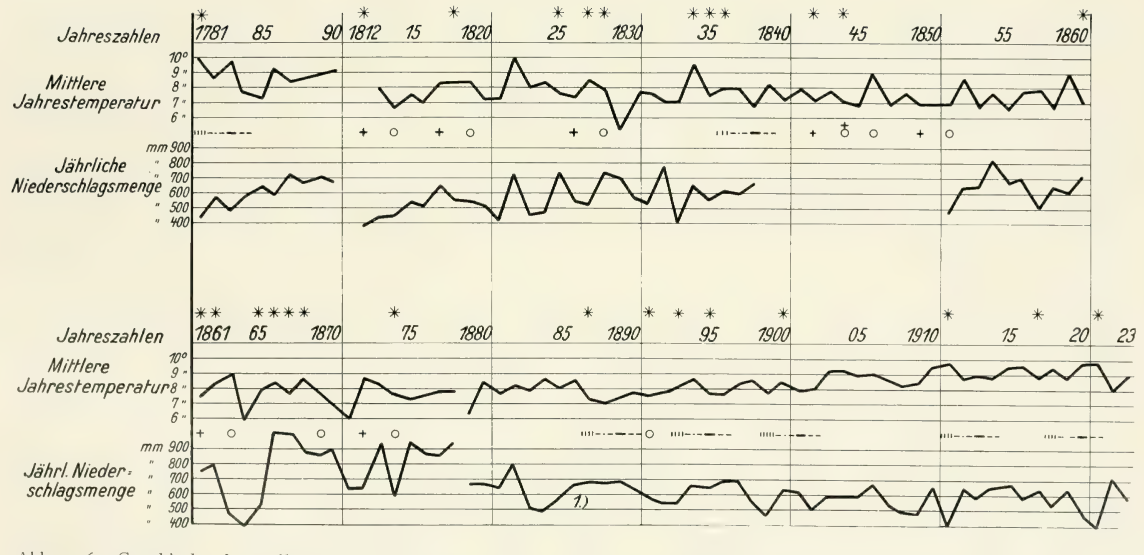


Abb. 536. Graphische Darstellung der Beziehung zwischen Klima und Eulenvermehrung. * = gutes Weinjahr. + = Vorbereitungsjahr. o = Eruptionsstadium. Die Großkalamitäten sind mit folgender Zeichenreihe dargestellt: ⁞⁞⁞- - - - -; wo nur + und o vorhanden, handelt es sich um kleinere Kalamitäten. Nach Berwig.

Zu ganz ähnlichen Resultaten wie Berwig ist Hesselink (1928) gekommen, indem er ebenfalls deutliche Zusammenhänge zwischen Eulenvermehrung und erhöhten Temperaturen feststellen konnte.

Wolff und Krauße (1924 Flugblatt) sehen die Hauptursache der Eulengradation in dem ebenfalls auf klimatischen Verhältnissen beruhenden zeitlichen Mißverhältnis zwischen Entwicklung der Triebe und dem Ausschlüpfen der Raupen: Da die Eiraupen ausschließlich in der sich streckenden Knospe und dem jungen Triebe die ihnen zusagende Nahrung finden, werden nur solche Raupen zur Entwicklung gelangen können, welche zu der Zeit ausschlüpfen, da sich die Knospe streckt. Alle Raupen, die früher auskommen, müssen nach den genannten Autoren verhungern, da sie nur alte Nadeln vorfinden.

Demgegenüber weist Zwölfer darauf hin, daß jene Witterungsverhältnisse, die eine zeitliche Verzögerung der Eiablage und des Eischlüpfens bedingen, auch auf die Entwicklung der Kiefernknospe im gleichen Sinn einwirken. Darnach würde zeitlich — wie dies auch aus den Untersuchungen Meyers hervorgeht — das Schlüpfen der Hauptmasse der Eier mit dem Austreiben der Knospen zusammenfallen. Gegenteilige Freilandbeobachtungen sind — zum mindesten bis jetzt — noch nicht bekannt geworden.

Nach der obigen Wolffschen Theorie würde eine Verspätung des Falterflugs und der Eiablage, oder auch eine durch Kälterückfälle verursachte Verzögerung der Embryonalentwicklung die Gradation der Eule stark begünstigen, ja eine solche überhaupt erst ermöglichen. In der Tat war der Flug in den beiden schlimmsten Jahren der letzten Katastrophe auffallend spät (Hilff-Wittich und König), und auch in der älteren Literatur finden sich verschiedentlich Angaben, nach denen ein später Flug und ein spätes Ausschlüpfen der Raupen in den Hauptfraßjahren zu beobachten war. Ratzeburg (W. 151 und 152) gibt mehrere derartige Fälle an, wo, nachdem durch Temperaturrückschläge im Frühjahr Verzögerungen im Ablauf der Eulenbiologie eingetreten waren, ein starker Fraß einsetzte[1]).

Eine andere Erklärung des gradationsfördernden Einflusses eines verspäteten Falterfluges als Wolff gibt Zwölfer auf Grund seiner experimentellen Untersuchungen, auf deren epidemiologische Ergebnisse noch näher eingegangen werden wird. Hiernach ist die in unseren Breiten normalerweise sehr unbeständige Witterung im März und April mit Kälterückschlägen und häufigen Regenperioden für die Eiablage und alle Lebensäußerungen, die mit ihr zusammenhängen, desgleichen für die Eientwicklung recht ungünstig. Optimal wären nach den Versuchen des Genannten längere Witterungsperioden mit niederschlagsfreiem warmem Wetter. Eine derartige Wetterlage ist in der Regel im Mai häufiger anzutreffen als in den vorhergehenden Monaten. Dementsprechend wird eine in den Mai fallende „ver-

[1]) Damit soll nicht gesagt sein, daß die Verspätung des Falterfluges jedesmal eine Gradation zur Folge hat. Letztere kann durch verschiedene Faktoren unterbunden werden, so z. B. durch starke Parasitierung der Eier durch *Trichogramma* (bis 100%), durch ungünstiges Wetter während der Flugzeit oder während der Zeit der Eiraupe. In der älteren Literatur finden sich übrigens auch Angaben über frühere Flugzeittermine in Kalamitätenjahren. So wird z. B. als Hauptschwarmzeit bei der Kalamität in der Oberförsterei Grimnitz (im Jahre 1821) 10. bis 17. April angegeben (Hausendorf, 1924a u. b).

spätete Flugzeit" ganz allgemein günstigere Witterungsbedingungen für die Eiablage und Eientwicklung antreffen als eine solche, die im April oder gar im März stattfindet. Hierbei liegt somit ein direkter Einfluß der Witterung vor, und es ist keineswegs notwendig eine indirekte Wirkung der Witterung zur Erklärung des gradationsfördernden Einflusses verspäteten Falterfluges heranzuziehen (Zusammentreffen von Knospenentwicklung und Erscheinen der Jungraupen als Folge verspäteten Fluges).

Einen wesentlichen Fortschritt in der Erkenntnis dieser Zusammenhänge zwischen Klima und Eulengradation bedeuten die auf dem Wege des physiologischen Experiments gewonnenen Ergebnisse Zwölfers. Die Resultate dieser vorbildlichen Untersuchungen seien hier ausführlich wiedergegeben, da sie nicht nur für die Theorie, sondern auch für die Praxis von grundlegender Bedeutung sind. Zwölfer untersuchte einmal die Abhängigkeit der Eiproduktion und einiger damit zusammenhängender Erscheinungen von den ökologisch wichtigen Klimafaktoren, Temperatur und Luftfeuchtigkeit, und sodann auch den Einfluß dieser abiotischen Faktoren auf die Lebensfähigkeit (Vitalität) der Jugendstadien der Kieferneule.

Klima und Eiproduktion. Bezüglich der Abhängigkeit der Eierzeugung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit wurde bereits im bionomischen Abschnitt das Wesentlichste der Zwölferschen Ergebnisse mitgeteilt: unter epidemiologischem Gesichtspunkt zusammengefaßt, hat anhaltend extrem hohe Luftfeuchtigkeit (100%) mit den verschiedensten Temperaturen kombiniert, auf die Falter erheblich lebensverkürzenden Einfluß, sie hat ferner eine beträchtliche Herabsetzung ihrer geschlechtlichen Aktivität, eine Hemmung der Eireifungsprozesse in den Ovarien der Weibchen, und endlich eine Reduktion der Eiablage selbst bis auf ein Minimum zur Folge. Auf Freilandverhältnisse übertragen, bedeutet dies, daß anhaltendes Regenwetter während der Flugzeit der Falter die unter günstigen Verhältnissen mögliche Zahl von einer Population abgelegter Eier mehr oder weniger herabsetzen kann. Letzteres richtet sich nach Dauer und Intensität der Regenperioden. In der Tat hat Berwig auf statistischem Wege festgestellt, daß die dem Eruptionsjahr einer Kieferneulenkalamität vorausgehenden Jahre durch unternormale Regenmengen während der Monate März bis Mai — der Eiablageperiode der Kieferneule — ausgezeichnet sind. Die auf experimentellem Weg gefundenen Ergebnisse bestätigen dies und zeigen gleichzeitig, worin die gradationsfördernde und hemmende Wirkung unter- oder übernormaler Regenmengen während der angegebenen Zeit besteht.

Daß auch im natürlichen Biotop der Kieferneule die höchstmögliche Eiproduktion wohl nur ausnahmsweise erreicht wird, ergaben die bereits früher erwähnten Untersuchungen Meyers: Nach denselben betrug im Forstamt Heideck während des Eruptionsjahres 1930 die durchschnittliche Zahl von einem Weibchen abgelegter Eier rund 130 Stück. Mit Zwölfers experimentellen Befunden verglichen, dürfte diese 30%ige Reduktion der absoluten Eizahl (190) in erster Linie der 10tägigen Regenperiode zuzuschreiben sein, die dort im Mai während der Hauptflugzeit der Falter eintrat. — Ob die von Sachtleben im Jahr 1925 im Zossener Revier ermittelte Durchschnittseizahl von rund 30 Stück, die einer Reduktion der idealen Eizahl um 84% gleichkommt, ebenfalls auf klimatischen Einwirkungen beruht, läßt sich mangels näherer Angaben über die Witterungsverhältnisse während der fraglichen

Zeit nicht entscheiden. Da das Jahr 1925 das Krisenjahr der Kalamität bildete, ist möglicherweise die damalige Reduktion mit das Resultat unzureichenden Ernährungszustandes der Falter[1]). —

Was die Wirkung der Temperaturverhältnisse auf die Eiproduktion angeht, so sind auch hierüber im bionomischen Teil alle wesentlichen Einzelheiten bereits mitgeteilt. Darnach ist ihre epidemiologische Bedeutung besonders durch die Temperaturbedingtheit des Zeitpunktes des Schlüpfens der Falter gegeben. Dieser kann, wie oben näher ausgeführt, unter Umständen auf die Höhe der Eiproduktion indirekt Einfluß gewinnen: Dabei gilt, daß später Schlüpftermin (Mai) der Hauptmasse der Falter für die Eiproduktion im allgemeinen günstiger ist als frühzeitiger. Ersterer bietet mit größerer Wahrscheinlichkeit Aussicht auf eine günstigere Wetterlage während der Zeit des Fortpflanzungsgeschäftes als letzterer.

Klima und Eimortalität. Wohl noch größere Bedeutung für die Verminderung der Nachkommenschaft einer Eulenpopulation als durch die Reduktion der Eierzeugung besitzen die klimatischen Faktoren durch die direkte Vernichtung eines Teiles der gezeugten Nachkommenschaft. Daß eine derartige direkte Wirkung tatsächlich stattfindet, geht aus Zwölfers ausgedehnten Untersuchungen, die mit rund 12000 Eiern und 6600 Eiraupen angestellt wurden, deutlich hervor.

Was zunächst die Eier anbetrifft, so ist ihr vitales Optimum, d. h. diejenige Temperatur-Feuchtigkeitskombination, in welcher die geringste Eisterblichkeit auftritt, relativ weit begrenzt. Das Eimortalitätsdiagramm Abb. 537, welches die diesbezüglichen Versuchsergebnisse umfaßt, läßt dies gut erkennen. Den einzelnen Punkten des Diagramms, die jeweils bestimmte Temperatur-Feuchtigkeitskombinationen anzeigen, sind die im Durchschnitt mehrerer Versuche festgestellten Eisterblichkeitsprozente in Zahlen beigefügt. Die etwas unregelmäßig verlaufenden Kurven des Bildes sind Hilfslinien, welche schätzungsweise die Lage der 10%-, 20%-, 50%- und 100%-Mortalitätsgrenze veranschaulichen.

Darnach liegt das vitale Optimum für das Eulenei zwischen 12°—22° C und zwischen Luftfeuchtigkeitsgraden von 65% bis 85%. Es umfaßt also eine ziemlich weite Temperatur- und Luftfeuchtigkeitszone. (Die in der Abb. 537 in diesem Bereich angegebenen Mortalitätsprozente von 3 und 4 sind auf unvermeidliche Versuchsfehler zurückzuführen, wie sie durch unbefruchtete Eier entstehen.) Hierin kommt die relativ große Widerstandsfähigkeit des Euleneies gegen klimatische Einflüsse zum Ausdruck.

Absolut tödlich wirkt dauernder Aufenthalt der Eier in Temperaturen unterhalb 6° C, gleichviel mit welcher Luftfeuchtigkeit sie kombiniert werden. Die obere tödliche Temperaturgrenze liegt für Luftfeuchtigkeitswerte von 60—100% bei etwa 29—30° C. In Verbindung mit geringeren Luftfeuchtigkeitsgraden sinkt sie auf rund 24° C herab. Letzteres hängt mit der größeren Verdunstungskraft zusammen, welche die entsprechenden Tem-

[1]) Nebenbei sei in diesem Zusammenhang daran erinnert, daß eine Reduktion der höchstmöglichen Eiproduktion um beispielsweise 30% für die Verminderung der Nachkommenschaft der betreffenden Generation dieselbe Bedeutung hat wie eine etwa 30%ige Eiparasitierung bei optimaler Eiabage (vgl. die obigen Ausführungen im theoretischen Abschnitt).

peratur-Feuchtigkeitskombinationen besitzen. Innerhalb eines vitalen Temperaturbereiches ist im übrigen die verhältnismäßig geringe Sterblichkeit bemerkenswert, welche die Eier bei niederen Luftfeuchtigkeitsgraden von 20—60% zeigen. Es erhellt hieraus, daß die Eier der Kieferneule gegen übermäßige Verdunstung im großen und ganzen gut geschützt sind, was wiederum mit ihrer relativ derben Eischale zusammenhängen dürfte.

Auffallend ist demgegenüber die große Eisterblichkeit von fast durchweg 90—100%, die in gesättigter Luftfeuchtigkeit (100% L. F.) bei allen Temperaturen festgestellt werden konnte. Diese Empfindlichkeit der Euleneier gegen konstant extrem hohe Luftfeuchtigkeit macht das früher er-

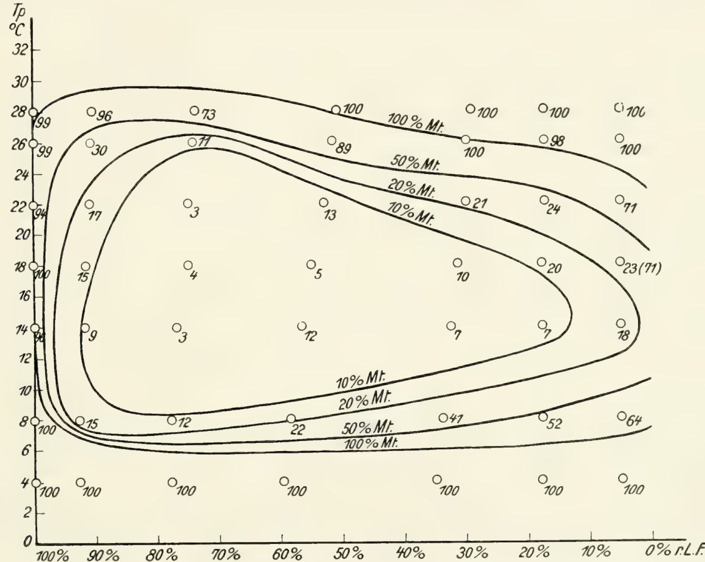


Abb. 537. Ei-Mortalitätsdiagramm (die den Kreisen zugeordneten Zahlen geben die Sterblichkeitsprozente an). Nach Zwölfer.

wähnte Verhalten der weiblichen Falter in feuchtigkeitsgesättigter Atmosphäre verständlich, bei welcher die Eiablage auf ein Minimum reduziert wird.

Es darf aber hieraus noch nicht geschlossen werden, daß vorübergehende kurze Regenperioden im natürlichen Biotop der Kieferneule während der Entwicklungszeit der Eier einen hohen Prozentsatz derselben vernichten. Die oben mitgeteilten Ergebnisse beziehen sich auf das Verhalten der Eier bei dauerndem Aufenthalt während ihrer gesamten Entwicklung in feuchtigkeitsgesättigter Atmosphäre. Vorübergehender Aufenthalt hat keineswegs dieselbe große Sterblichkeit zur Folge. Im einzelnen geht dies aus einigen orientierenden Versuchen Zwölfers mit wechselnden Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen hervor.

Unter diesen ist eine Versuchsreihe praktisch von besonderem Interesse, die bezweckte, festzustellen, wie lange kühle regnerische Witterung nach der Ablage der Hauptmasse der Eier anhalten muß, um einen nennenswerten Prozentsatz derselben abzutöten. Es wurden frisch abgelegte Eier zunächst verschieden lange Zeit ungünstigen Bedingungen von 8° C und 100% L. F. ausgesetzt und anschließend in optimale Bedingungen von 18° C und 75% L. F. überführt. Die dabei gefundenen Sterblichkeitsprozente der Eier sind in der folgenden Zusammenstellung enthalten. Anschaulich gibt diese Verhältnisse das Diagramm Abb. 538 wieder.

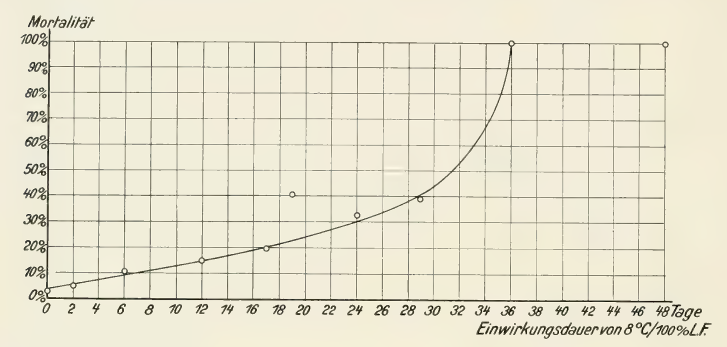


Abb. 538. Ei-Mortalität bei vorübergehend wirkenden schädlichen Einflüssen. (8°/100% r. L. F.) und anschließende Verbringung des Versuchsmaterials unter optimale Bedingungen. Nach Zwölfer.

Sterblichkeit der Kieferneuleneier bei vorübergehend wirkenden ungünstigen Bedingungen und anschließende Überführung in das vitale Optimum:

Einwirkungsdauer von 8° C und 100% L. F. in Tagen	0	2	6	12	17	19	24	29	36	48
Zahl der Versuchseier . .	150	134	131	145	131	102	137	136	207	137
Mortalität in %	3	5	11	15	20	41	33	39	100	100

Eine Eisterblichkeit von 100% wird demnach erst bei einem Aufenthalt der Eier in 8° C und 100% L. F. von 36 Tagen erreicht. Anhaltende Regenperioden verbunden mit niedern Temperaturen müßten dementsprechend lang im Anschluß an die Ablage der Hauptmasse der Eier währen. Unter unseren Breiten sind solche Wetterlagen während der Entwicklungszeit der Eier (Mai) wohl kaum möglich oder doch außerordentlich selten. Kürzere Dauer ungünstiger Einflüsse der genannten Art hat aber bereits einen erheblichen Rückgang der Eisterblichkeit zur Folge. So würde beispielsweise 17 Tage anhaltendes kaltes Regenwetter rund 20% der Eier vernichten und eine 6tägige Periode dieser Art nur etwa 8—10%. Weitere Werte können näherungsweise durch graphische Interpolation aus Abb. 538 entnommen werden. Sie gibt für die Praxis Anhaltspunkte, um im einzelnen Fall die Wirkung einer derartigen ungünstigen Witterungsperiode auf die Höhe der Eisterblichkeit schätzungsweise zu ermitteln.

Zusammenfassend läßt sich über die Abhängigkeit der Lebensfähigkeit des Euleneies von klimatischen Einflüssen auf Grund der Versuche feststellen, daß dieses gegen Witterungseinflüsse im großen und ganzen recht widerstandsfähig ist. Selbst große Schwankungen der Wetterlage werden von der Mehrzahl der Eier ohne Schaden überstanden werden. Empfindlichkeit besteht in der Hauptsache gegen hohe Luftfeuchtigkeit, wie sie bei Regenwetter gegeben ist. Doch müssen kalte Regenperioden ununterbrochen über einen Monat währen, um eine erhebliche Eisterblichkeit zur Folge zu haben.

In der Tat liegen auch in der Literatur keinerlei Angaben über Freilandbeobachtungen vor, aus denen eine große Sterblichkeit der Euleneier durch abiotische Faktoren zu entnehmen wäre. Sachtleben stellte beispielsweise 1925 bei seinen Untersuchungen eine nichtparasitäre Eisterblichkeit von rund 20% fest. Meyer fand 1930 im Forstamt Heideck neben einer 0—2,6%igen Eiparasitierung ein Absterben der Eier durch anderweitige Ursachen in Höhe von 1,4—7,4%. Von rund 5000 Euleneier aus dem Forstamt Schwabach (Mittelfranken), die Zwölfer Ende Mai 1930 untersuchte, waren 2,8% durch Parasiten vernichtet, 1,4% durch Raubinsekten ausgefressen, 0,4% erwiesen sich als taub, während 2,3% im Laufe ihrer Entwicklung abgestorben waren; letzteres wohl infolge klimatischer Einflüsse.

Klima und Raupenmortalität. Bezüglich der Lebensfähigkeit der Eiraupen (Larve I) gibt das Mortalitätsdiagramm Abb. 539 die Ergebnisse der Zwölferschen Untersuchungen wieder. Die Lage der Hilfskurven, welche hier etwa ellipsenförmig sind, und schätzungsweise den Verlauf der 20, 40, 50, 70, 80 und 100% Mortalitätsgrenze veranschaulichen, zeigt auf den ersten Blick, daß die Verhältnisse bei der Eiraupe wesentlich anders liegen als beim Ei.

Der optimale Temperatur-Feuchtigkeitsbereich — die gestrichelte Linie in Abb. 539 gibt die wahrscheinliche 20%-Mortalitätsgrenze wieder[1]) — ist für die Eiraupe außerordentlich eng begrenzt. Auf Grund des Diagramms liegt er zwischen 17—18° C und 80—90% r. L. F. Die tödliche obere Temperaturgrenze ist bei rund 32° C (also etwas höher als beim Ei), die entsprechende untere Grenze bei 6° C zu suchen. Was die Luftfeuchtigkeit angeht, so erweist sich der Feuchtigkeitsbereich von 0—40% innerhalb sämtlicher Temperaturen bei Daueraufenthalt ebenfalls als absolut tödlich.

Vergleicht man letzteres mit dem Verhalten des Eies, welches sich innerhalb vitaler Temperaturen gegen niedere Feuchtigkeitsgrade recht widerstandsfähig erwies, und berücksichtigt man, daß die schädigenden Einflüsse geringer Luftfeuchtigkeit auf deren großer Verdunstungskraft beruhen, so folgt, daß der Verdunstungsschutz der Eiraupe bedeutend geringer ist als jener des Eies. Dies hängt einerseits mit der Gestalt des Eies zusammen, die der Halbkugelform genähert ist, während die Raupe mehr Zylinderform besitzt — bei gleichem Volumen zweier entsprechender

[1]) Die im Diagramm innerhalb dieses Bereiches eingezeichnete Mortalität von 31% ist auf Fehler zurückzuführen, die bei der außerordentlichen Schwierigkeit der exakten Durchführung derartiger Versuche nicht zu vermeiden sind. Die Bedeutung des Diagramms für den vorliegenden Zweck wird dadurch nicht vermindert: aus dem Verlauf der Ellipsen geht deutlich die Lage des vitalen Optimums hervor, welche theoretisch im zentralen Bereich der kleinsten Ellipse liegen muß.

Körper hat bekanntlich der kugelförmige die kleinste Oberfläche und damit die geringste Verdunstungsmöglichkeit —, andererseits spielt auch die vergleichsweise gegenüber dem Integument der Raupe wesentlich derbere Eihülle in dieser Hinsicht eine Rolle.

Gegenüber feuchtigkeitsgesättigter Luft zeigt auch die Eiraupe vergleichsweise größere Empfindlichkeit als gegenüber Feuchtigkeitsgraden von 60—90%. Dies kommt graphisch im Zusammenlaufen der Ellipsen im Bereich der 100% L. F. Ordinate (Temperatur Achse) des Diagramms Abb. 539 zum Ausdruck. Allerdings ist diese Empfindlichkeit nicht so ausgesprochen wie beim Ei. Während dort die Sterblichkeit für feuchtigkeitsgesättigte Atmosphäre durchweg zwischen 90—100% liegt, weist sie hier wenigstens im Bereich von 16°—20° C nur rund 30—40% auf.

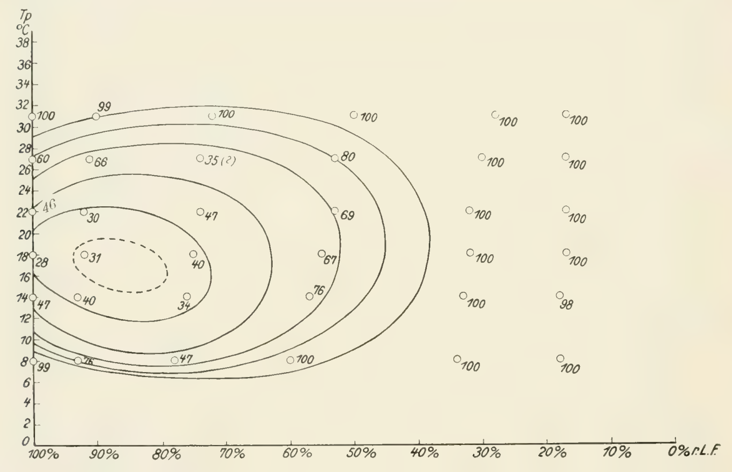


Abb. 539. Mortalitätsdiagramm der Larve I. (Die den Kreispunkten zugeordneten Zahlen geben die Sterblichkeitsprozente an.) Nach Zwölfer.

Die Unterschiede der Vitalität von Ei und Larve I gegenüber Temperatur und Luftfeuchtigkeit treten anschaulich hervor bei Zusammenstellung gleicher Mortalitätsgrenzen beider Stadien. So gibt Abb. 540 die 20%-Mortalitätsgrenze (auf gleichen Maßstab gebracht) für Ei und Larve wieder. Die 50%- und 100%-Grenzen sind entsprechend in Abb. 541 und Abb. 542 zusammengestellt. Aus allen 3 Diagrammen ist ohne weiteres zu ersehen, daß die „ökologische Valenz“ (Hesse) der I. Larvenstufe gegenüber klimatischen Einflüssen bedeutend geringer ist als jene des Eies.

Für das II.—V. Larvenstadium konnten leider bislang derartig eingehende Untersuchungen in dieser Richtung nicht angestellt werden. Doch teilt Zwölfer das Resultat eines orientierenden Versuches mit dem II. Larvenstadium mit, aus denen hervorgeht, daß dieses erheblich widerstandsfähiger gegen entsprechende Temperatur-Feuchtigkeitskombinationen ist als die

Eiraupe (Larve I). Hiernach erscheint die Annahme berechtigt, daß auch die Larven III—V der Kieferneule größere Widerstandsfähigkeit in diesem Sinn besitzen und daß unter den verschiedenen Larvenstadien dieses Insektes die Eiraupe die geringste ökologische Valenz gegenüber klimatischen Faktoren aufweist.

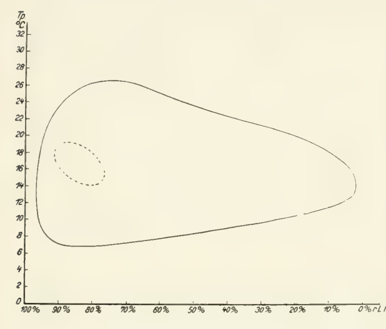


Abb. 540. 20%ige Mortalitätsgrenze von Ei (ausgezogen) und Larve I (gestrichelt). Nach Zwölfer.

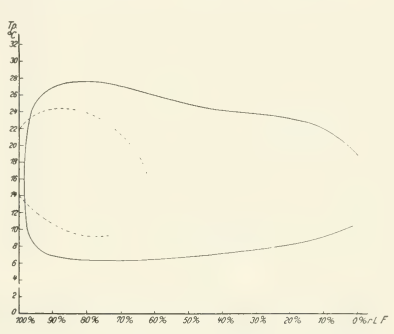


Abb. 541. 50%ige Mortalitätsgrenze von Ei (ausgezogen) und Larve I (gestrichelt). Nach Zwölfer.

Das kritische Stadium. — Welche Folgerungen in epidemiologischer Hinsicht ergeben sich aus diesen Befunden?

Das gesetzmäßige Eingreifen der ökologischen Valenz in die Verbreitung der Tiere hat R. Hesse[1]) folgendermaßen ausgedrückt: „Das dauernde Vorkommen einer Tierart in einem Lebensraum hängt von jener Entwicklungsstufe des Tieres ab, die die geringste ökologische Valenz hat." Dies bezieht sich zunächst nur auf die geographische Verbreitung der Tiere. Doch läßt sich der Satz auch auf das zahlenmäßige Vorkommen einer Tierart erweitern: für die Bevölkerungsdichte einer Art in aufeinanderfolgenden Generationen ist dasjenige ihrer Entwicklungsstadien von größter Bedeutung, welches relativ die geringste ökologische Valenz besitzt[2]). Handelt es sich im besonderen um die Beurteilung klimatischer Einflüsse auf den Wechsel der Populationsdichte einer Art in einer aufeinanderfol-

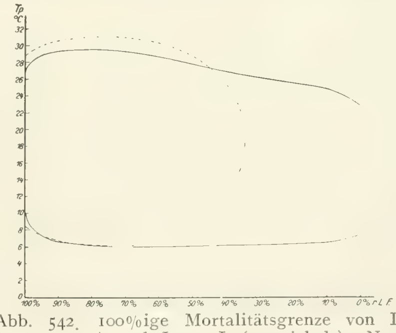


Abb. 542. 100%ige Mortalitätsgrenze von Ei (ausgezogen) und Larve I (gestrichelt). Nach Zwölfer.

[1]) Hesse, R., Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. Jena 1924.
[2]) Ähnlich äußert sich Friedrichs (Grundfragen usw. 1930).

genden Generation, so ist hierfür die geringste ökologische Valenz gegenüber Klimafaktoren maßgebend.

Die Entwicklungsstufe mit geringster ökologischer Valenz gegenüber Klimafaktoren stellt epidemiologisch betrachtet das kritische Stadium im Entwicklungsgang einer Art vor. Die Zeitspanne, in welcher es hauptsächlich in Erscheinung tritt, ist die kritische Zeit für die betreffende Generation der Art. Auf deren Schicksal muß im übrigen die Witterungskonstellation während der kritischen Zeit entscheidenden Einfluß haben.

Die vorstehend mitgeteilten theoretischen Erörterungen lassen eines der Ziele der neueren epidemiologischen Arbeitsmethodik erkennen, wie sie Zwölfer bei seinen Untersuchungen über die Kieferneule anwendete. Sie gestattet auf experimentellem Wege das kritische Stadium bzw. die kritischen Stadien einer Insektenart zu ermitteln. Sind die phänologischen Daten für die betreffende Art hinreichend bekannt, so gibt der Vergleich der Witterungsverhältnisse während der kritischen Zeit aufeinander folgender Generationen Aufschluß über die Bedingungen des Großklimas, die eine Gradation der Art zur Folge haben.

Was nun die ökologische Valenz der verschiedenen Stadien der Kieferneule anbetrifft, so geben Zwölfers Untersuchungen ein Bild von der Abhängigkeit der Vitalität des Eies, der Eiraupe, der Puppe und der Imago von den Klimafaktoren Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit. Für das Raupenstadium II—V wurde bereits auf die Berechtigung der Annahme hingewiesen, daß die ökologische Valenz dieser Stufen größer ist als jene der Eiraupe. Zur Feststellung, welche der erstgenannten Entwicklungsstufen das kritische Stadium der Kieferneule vorstellen, sind demnach die Diagramme dieser Stufen (Abb. 520, 535, 537 u. 539—542) zu vergleichen.

Bezüglich des Imaginalstadiums läßt sich zunächst einwenden, daß ein Diagramm, aus dem das Optimum der Eiablage hervorgeht, nicht mit den Mortalitätsdiagrammen der übrigen Entwicklungsstufen verglichen werden kann. Demgegenüber sei daran erinnert, daß das vitale Optimum als diejenige Temperatur-Feuchtigkeitskombination definiert wurde, in welcher die geringste Sterblichkeit auftritt oder, was gleichbedeutend ist, der größte Prozentsatz des betreffenden Stadiums die nächste Entwicklungsstufe erreicht. Die auf das Imaginalstadium folgende Entwicklungsstufe ist das Ei. Die größtmögliche Eizahl entspricht hier der größten Zahl Überlebender, die geringste Reduktion der absoluten Eizahl entsprechend der geringsten Mortalität! Unter diesem Gesichtspunkt betrachtet stellt das Optimum für die Eiablage der Falter gleichzeitig das vitale Optimum des Imaginalstadiums vor.

Noch ein weiterer Umstand muß in diesem Zusammenhang erörtert werden: ein Vergleich der ökologischen Valenzen verschiedener Entwicklungsstufen einer Art ist nur dann zulässig, wenn dieselben annähernd ein und denselben Wohnort innerhalb des Biotops der Art einnehmen. Vergleicht man nämlich im Falle der Kieferneule den Bereich des vitalen Optimums für Ei, Larve I, Puppe und Imago, so zeigt derjenige der Puppe (Abb. 535) sehr enge Grenzen. Doch ergibt eine einfache Überlegung, daß diese im vorliegenden Fall aus der Gegenüberstellung auszuscheiden hat: die Puppe der Kieferneule ist dank ihrer Überwinterung in der Bodenstreu den direkten Einflüssen der Witterung ziemlich entzogen. Jedenfalls

sind die Schwankungen des Kleinklimas am normalen Verpuppungsort relativ außerordentlich gering. Hierdurch ist ein Ausgleich für die geringe ökologische Valenz der Puppe geschaffen. Würde dieselbe im Freien oder unzureichend geschützt in Rindenritzen usw. überwintern, wie etwa jene des Kohlweißlings *(P. brassicae L.)* oder der Traubenwickler *(P. botrana Schiff.* und *C. ambiguella* Hb.), dann wäre eine Gegenüberstellung im obigen Sinn mit den anderen Entwicklungsstufen zulässig. So ergibt sich, daß die Puppe der Kieferneule trotz ihrer geringen ökologischen Valenz zufolge der ihr eigentümlichen Gewohnheit an gut geschützten Plätzen zu überwintern, nicht als das kritische Stadium der Kieferneule bezeichnet werden kann. Ihre Eigenart ist für lokale Unterschiede des Massenwechsels von Bedeutung, nicht aber für die Auslösung einer Gradation entscheidend.

Demgegenüber sind Ei, Eiraupe und Imago der Kieferneule den Witterungseinflüssen unmittelbar und annähernd in gleicher Weise ausgesetzt. Unter diesen 3 Entwicklungsstufen besitzt das vitale Optimum der Eiraupe (Abb. 539) engste Begrenzung. Dasjenige des Eies (Abb. 537) ist am weitesten, während das vitale Optimum der Falter (Abb. 520) eine mittlere Stellung einnimmt. Dementsprechend **stellt die Eiraupe das kritische Stadium der Kieferneule im epidemiologischen Sinn vor.** Eine gewisse Bedeutung in dieser Hinsicht wird auch dem Imaginalstadium noch zugesprochen werden müssen, während das Ei infolge seines weitbegrenzten vitalen Optimums epidemiologisch weniger bedeutungsvoll ist.

Exakte phänologische Daten über das Auftreten der Hauptmasse der Eiraupen, die in diesem Zusammenhang von besonderem Interesse sind, fehlen in der älteren Kieferneulenliteratur. Aus den vorhandenen Unterlagen ist lediglich zu entnehmen, daß die Hauptzeit für das Auftreten der Eiraupe etwa von Mitte Mai bis Mitte Juni fällt. Dies wäre demnach die „kritische Zeit“ in der Entwicklung der Kieferneule. Entsprechend liegt die Hauptzeit für den Falterflug (Eiablageperiode), der nach obigem epidemiologisch ebenfalls eine gewisse Bedeutung zugesprochen werden muß, ungefähr zwischen Mitte April bis Mitte Mai.

Nach dem ganzen Gang der Überlegungen müssen die im Kieferneulenbiotop während dieser Zeit herrschenden Kleinklimaverhältnisse entscheidenden Einfluß auf Entstehung und Verlauf einer Kieferneulenkalamität ausüben. Nun ist das Kleinklima in seinen Schwankungen wesentlich vom Großklima abhängig. Dieselben müssen dementsprechend in den meteorologischen Daten für das Großklima zum Ausdruck kommen. In der Tat ergaben Berwigs statistisch-klimatologische Studien, die auf Großklimawerten aufgebaut sind, für die fragliche Zeitspanne jener Jahre, die einer Eruption vorausgehen, ein von der Norm abweichendes, durch unternormale Niederschlagsmengen ausgezeichnetes Verhalten. Dasselbe macht sich namentlich in den „Vorbereitungsjahren“ übereinstimmend bemerkbar.

Noch präziser ließen sich diese Verhältnisse fassen, wenn lediglich die Großklimadaten für die „kritische Zeit“ des Eiraupenstadiums verglichen werden würden. Ein derartiges Studium setzt allerdings langjährige exakte phänologische Daten über die Kieferneule voraus. Ein von Zwölfer unter Zugrundelegung von Meyers phänologischen Beobachtungen in dieser Richtung durchgeführter Vergleich, deutet im vollen Einklang mit obigen Erörterungen darauf hin, daß die **Niederschlagsmenge während der kritischen Zeit im epidemiologischen Sinn für das Schicksal einer Eulen-**

generation ausschlaggebend ist. Danach würden im mittelfränkischen Eulengebiet beispielsweise Niederschlagsmengen von 0 bis ca. 5 mm während einer meist in das 1. Junidrittel fallenden Dekade optimale Bedingungen schaffen und dergestalt gradationsfördernd wirken, höhere hingegen von ca. 15—20 mm an aufwärts gradationshemmenden Einfluß ausüben, der je nach der Niederschlagsmenge graduell verschieden sein kann. Aufeinanderfolgende Eulengenerationen mit gleichsinnig günstiger Wetterlage während der „kritischen Zeit" führen je nach der Höhe der Ausgangspopulationsdichte des Schädlings früher oder später zur Eruption. Auch durch graduelle Unterschiede der „günstigen Wetterlage" während der kritischen Zeit aufeinanderfolgender Generationen kann Zeitpunkt und Ausmaß der Eruption bestimmend beeinflußt werden.

Zeitlicher Ablauf der Gradation.

Bei keinem der „katastrophalen" Schmetterlinge vollzieht sich die Gradation in so regelmäßigen Formen wie bei der Eule. Natürlich gibt es auch hier Schwankungen, doch weniger häufig und weniger ausgreifend als bei anderen wie z. B. der Nonne. Im allgemeinen zieht sich die Gradation über 3—4 Jahre hin, wovon gewöhnlich 1 Jahr auf die Vorbereitung und 2 (bis höchstens 3) Jahre auf das Prodromal- und Eruptionsstadium entfallen. Ein länger als 2 Jahre währendes Eruptionsstadium ist noch nirgends beobachtet (siehe Berwig, 1925); zumeist ist es nur von 1jähriger Dauer und bricht die Kalamität schon im Sommer des 1. Eruptionsjahres völlig in sich zusammen.

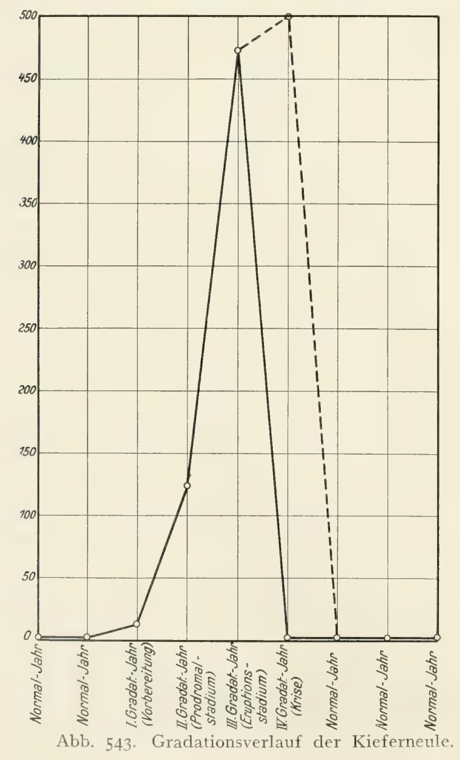


Abb. 543. Gradationsverlauf der Kieferneule.

Das Vorbereitungsjahr ist, wie wir oben ausführten, durch geringe Niederschlagsmenge und hohe Temperaturen in den Sommermonaten gekennzeichnet. Irgendwelche Symptome am Waldbild sind noch nicht zu erkennen. In dem darauffolgenden Prodromaljahr können die Symptome auch noch sehr geringfügig, ja kaum wahrnehmbar sein. Es kann allerdings auch schon

zu einem schwachen und stellenweise sogar zu einem starken Lichtfraß kommen.

Nun setzt auf einmal im 3. Jahr ziemlich unvermittelt die Eruption mit großer Heftigkeit ein, die schnell zum Kahlfraß, gewöhnlich direkt daran anschließend zur Krisis d. h. zum Zusammenbruch der Gradation führt (Abb. 543)[1]. In anderen Fällen erstreckt sich der Kahlfraß noch auf ein weiteres Jahr und dann erfolgt also der Zusammenbruch erst im Sommer des 4. Jahres. Endlich kann aber auch das Prodromalstadium sich über 2 Jahre erstrecken, so daß die Eruption erst im 4. Jahr eintritt. Durch welche Faktoren diese Schwankungen verursacht werden, darüber geben die im aetiologischen Teil besprochenen Untersuchungen Zwölfers gewisse Anhaltspunkte.

Allers gibt einen interessanten Vergleich über den verschiedenen Verlauf der Gradation in Ostpreußen und in der Neumark.

I { 1911 Sommer mit besonderer Hitze in Ostpreußen und Neumark,
1913/14 Eulenfraß in Ostpreußen (Johannisburger Heide), nicht aber in der Neumark.

II { 1921 Sommer mit besonderer Hitze in Ostpreußen und in der Neumark,
1923 Eulenfraß in Ostpreußen (und Neumark teilweise),
1924 Eulenfraß in Neumark (dagegen in Ostpreußen beendet).

Die Verschiedenartigkeit des Verlaufes der beiden Gradationsperioden in Ostpreußen und in der Neumark läßt sich durch das im theoretischen und aetiologischen Teil Gesagte einigermaßen befriedigend erklären:

Aus dem Verlauf der Kalamität 1921—24 muß zunächst geschlossen werden, daß in der Neumark der Umweltswiderstand in den einzelnen Jahren relativ größer ist als in Ostpreußen. Es bedurfte dort 4 Generationen mit günstiger Wetterlage während der kritischen Zeit, ehe es zum Ausbruch einer Eruption kam, während in Ostpreußen wie auch in den meisten anderen näherbekannten Fällen dieses Stadium schon in der 3. Generation erreicht wurde.

Demgegenüber hatte in der Gradationsperiode 1911—14 der relativ größere Umweltswiderstand in der Neumark zur Folge, daß hier das Eruptionsstadium überhaupt nicht in Erscheinung trat, während es in Ostpreußen mit seinen geringeren Widerstandswerten noch zur Eruption kam.

Worin die Verschiedenartigkeit der Widerstandswerte in den beiden Gebieten liegt, läßt sich nicht mit Sicherheit entscheiden: vermutlich sind graduelle Unterschiede der Wetterlage während der kritischen Zeit der Eulenentwicklung ihre Ursache.

Ganz ausnahmsweise scheint die Gradation im Beginn sich auch noch rascher entwickeln zu können, indem das Prodromalstadium ganz ausfällt und die Eruption direkt auf das Vorbereitungsjahr folgt (siehe Conrad, 1925). Ein derartiger auf 2 Generationen verteilter Entwicklungsgang würde entsprechend geringe Widerstandswerte voraussetzen.

Örtlicher Verlauf.

Wie oben erwähnt, macht sich die Eulengradation gewöhnlich zuerst in 25—50jährigen Beständen bemerkbar, bei besonderer Stärke aber, bzw.

[1]) Bei keinem anderen Forstinsekt verläuft die Gradation derartig „explosionsartig“ wie bei der Kieferneule. Man ist jedesmal wieder erstaunt über die ungeheuren Raupenmassen, die plötzlich „wie aus dem Boden gestampft“ die Wälder überschwemmen.

längerer Dauer flammt sie in allen Kiefernwäldern auf, gleichgültig, ob Altholzbestände, Dickungen oder Mischwälder.

Es erhebt sich die Frage: Wie kommt die über große Gebiete sich erstreckende Massenvermehrung zustande? Von einzelnen Herden aus durch Ausbreiten und endlichem Zusammenfließen dieser, oder durch mehr oder weniger gleichzeitiges, bzw. zeitlich rasch aufeinanderfolgendes autochtones Ansteigen der Vermehrung über das ganze Gebiet hin?

Die rasche Entwicklung der Gradation über große Gebiete hin spricht für die letzte Entstehungsart. Wenn, wie oben erwähnt, zuerst die Stangenhölzer und dann erst die Althölzer ergriffen werden, so kann der Grund sehr wohl darin liegen, daß in jenen infolge der besseren Bedingungen für die Eulenentwicklung die gradationsfördernden Faktoren schneller und stärker zur Wirkung kommen als in diesen, so daß das Eruptionsstadium hier erst ein Jahr später erreicht wird als dort — eine Auffassung, die in voller Übereinstimmung steht mit den Schlußfolgerungen, die sich aus Zwölfers und Meyers Untersuchungen ergeben. Letzterer bemerkt zu dieser Frage: „In normalen Zeiten wird infolge geringerer Puppenmortalität in Beständen des Typ 1 ein höherer eiserner Puppenbelag vorhanden sein als in Beständen des Typs 2. Die Massenvermehrung wird in den Beständen der beiden Typen in gleicher Weise angebahnt, jedoch wird sie sich in den günstigeren Orten zuerst bemerkbar machen, also nach dem oben Gesagten in den Stangenhölzern des Typs 1 auf trockenen oder nicht zu feuchten Standorten und innerhalb dieser besonders auf Sandhügeln mit mächtiger Streudecke."

Viele, ja wohl die meisten der in der forstlichen Literatur auftretenden Angaben, wonach eine Ausbreitung der Kalamität von Herden aus erfolgt (Infektion), lassen sich zwanglos auf diese Weise erklären. Andererseits soll nicht bestritten werden, daß zum mindesten im Eruptionsjahr ein Abwandern von Faltern in angrenzende Bestände erfolgt. So beobachtete Meyer in Beständen mit ganz geringem Puppenbelag durchweg eine fast ebenso hohe Eiablage wie in benachbarten puppenreichen Beständen, eine Erscheinung, die zwanglos nur durch Überwandern der Falter zu erklären ist[1]).

Daß Überhälter in Kulturen gerne von schwärmenden Weibchen aufgesucht werden, ist schon mehrfach beobachtet worden. Auch bei der letzten bayerischen Kalamität konnten diese Beobachtungen bestätigt werden. Meyer berichtet von starkem Beflug und späterem Kahlfraß von Überhältern, die in einer Kultur vom nächsten Bestand 150 m entfernt standen.

Die verschiedenen Angaben in der Literatur über Überflüge der Eule auf weite Entfernungen (Adler, Hausendorff, Conrad usw.) fallen so sehr aus dem Rahmen der sonstigen diesbezüglichen Beobachtungen heraus, daß sie nur als seltene Ausnahmen zu bezeichnen sind und ihnen auch kaum praktische Bedeutung beizumessen ist.

Es wäre noch die Frage zu erörtern, ob vielleicht durch ein weiteres Wandern der Raupen eine Ausbreitung des Fraßgebietes stattfinden könne. Dazu ist zu bemerken, daß das Wandern in erster Linie durch Nahrungsmangel, wie er bei Kahlfraß eintritt, veranlaßt wird. In solchen

---

[1]) Nach Oudemans (1921) ziehen die Eulenweibchen zur Eiablage unbefressene Bestände befressenen vor.

Fällen kann man oft massenhaftes Abwandern aus Beständen in Kulturen beobachten. Diese Wanderungen erstrecken sich aber einmal gewöhnlich nur auf ganz kurze Entfernungen und sodann finden sie meist im Zusammenhang mit der Krisis statt, so daß ihnen also im oben erörterten Sinne keine nennenswerte Rolle zukommt. Daß die Raupen zum Aufsuchen geeigneter Verpuppungsplätze weitere Wanderungen unternehmen (von Vietinghoff) konnte durch die neueren Beobachtungen bei der mittelfränkischen Kalamität nicht bestätigt werden (Meyer).

Symptome der Eulengradation.

Ist für den Spannerfraß die späte Zeit im Jahr (August, Oktober, November) und das langsame Werden des Fraßbildes charakteristisch, so für die Eule die frühe Jahreszeit (Mai, Juni) und die überaus rasche Entwicklung des Fraßbildes.

Während im Prodromalstadium die Symptome (wenn auch stellenweise bereits Lichtfraß eintreten kann und sogar auch beschränkte Kahlfraßhorste vorhanden sein können) im allgemeinen so unauffällig sind, daß sie von der Praxis oft übersehen werden, gestalten sie sich im Eruptionsjahr in kurzer Zeit geradezu überwältigend.

Ungeheure Raupenmassen bevölkern jetzt „wie aus dem Boden gestampft“ die Baumkronen. „Der Wald ist erfüllt von dem Geräusch des herabrieselnden Kotes und der herabfallenden Raupen, die Stämme der Kiefern erscheinen grün infolge der sie einem bunten Mosaik gleich bis hinauf zum Beginn der Spiegelrinde bedeckenden, wiederaufbaumenden Raupenmassen (Abb. 544). Dort, wo die Spiegelrinde beginnt, pflegen sich guirlandenartige bis

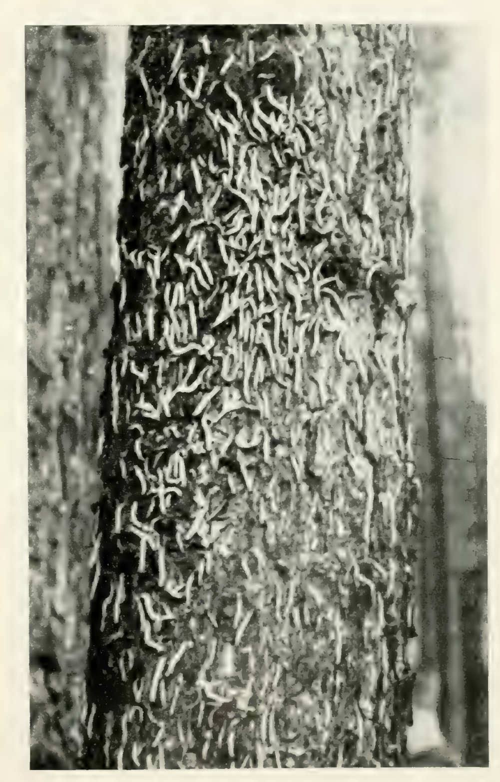


Abb. 544. Riesige Massen hungernder Raupen, am Stamm auf- und ablaufend. Aufgenommen im Sommer 1930 in Heideck (Mittelfranken) von Eliescu.

faustdicke Wülste zu bilden, die aus teils ermatteten, teils durch Parasitenbefall, teils durch beginnende Pilz- oder Bakterienkrankheit geschwächten Raupen bestehen. Der Unterwuchs ist in solchen Beständen, soweit er aus Fichten und Wacholder besteht, mehr oder weniger entnadelt. Ist dies beim Wacholder noch nicht der Fall, so findet man die Büsche über und über bedeckt mit Raupen, die sich beim Herabfallen aus der Krone an den scharfen Nadeln aufgespießt haben. Der Raupenkot und die massenhaft, besonders dicht in der Nähe der Stammbasis, überall im Bestand angehäuften Kadavermassen von verhungerten oder durch Krankheiten oder Parasiten getöteten Raupen erzeugen, sobald ein leichter Regen fällt, einen charakteristischen, unangenehmen Geruch“ (Wolff-Krauße, 1922, S. 159).

Was das Fraßbild des eulenfräßigen Waldes betrifft, so fallen als charakteristische Erscheinung vor allem die vielen verwelkten und vertrockneten, oft auch mit grindigen Wundstellen bedeckten Maitriebe auf, die oft gekrümmt sind oder schlaff herabhängen, teilweise auch abbrechen, so daß die stehengebliebenen kahlen Stümpfe noch lange sichtbar sind (Abb. 545). Dieses Absterben der jungen Triebe wird durch die oben geschilderten Fraßgewohnheiten des Eiräupchens verursacht. Von den älteren Nadeln sind bei starkem Fraße meistens nur noch längere oder kürzere Stümpfe vorhanden, da die späteren Raupenstadien die Nadeln von oben bzw. dem Spitzenteil her meist bis zur Scheide oder noch in diese hinein aufzehren. Wir haben hier also ein ganz anderes Fraßbild als beim Spannerfraß, bei dem die Knospen und meist auch die basale Hälfte der Nadeln erhalten bleiben.

Die Fraßbeschädigung schreitet von den äußersten Zweigspitzen beginnend nach dem Inneren der Krone zu und außerdem von unten nach oben. Letzteres nicht etwa infolge einer ungleichen Verteilung der Eier über die Krone, sondern deshalb, weil die jungen Räupchen, die sich fallen lassen, bzw. sich abspinnen, von den unteren Zweigen der Krone wieder aufgefangen werden, so daß hier ein stärkerer Fraß stattfindet.

Geht man auf Einzelheiten in einem Kahlfraßgebiet ein, so gewahrt man oft recht unterschiedliche Bilder sowohl in Bezug auf die Benadelung, die ganz fehlen, oder teilweise noch in unversehrten Nadeln oder mehr oder weniger langen Stümpfen erhalten sein kann, als auch in Bezug auf die Knospen, die noch unversehrt und frisch oder abgestorben sein können (s. unten).

Zwischen den teilweise oder ganz kahlgefressenen Bäumen können nicht selten einzelne Baumindividuen oder auch kleinere Baumgruppen mit völlig oder wenigstens ziemlich intakten Kronen stehen, ohne daß äußere Ursachen, wie das Vorhandensein von Ameisen und dergleichen, zu erkennen sind. Aufgefallen ist mir ferner beim Besuch eines Kahlfraßgebietes das völlige Verschontbleiben einiger großer Hexenbesen an sonst gänzlich kahlgefressenen Bäumen.

Als weiteres besonders charakteristisches Symptom der Eulengradation ist, wie schon gesagt, die überaus große Schnelligkeit zu nennen, mit der der Kahlfraß bzw. das Braunwerden der Kronen erfolgt (siehe Taf. XI und XII.

Bereits Ende Juni, Anfangs Juli tritt im Eruptionsjahr die Verfärbung ein (während dieselbe beim Spanner erst viel später, im September, Oktober, sich bemerkbar macht). Immer kehrt in den Berichten aus der Praxis die

Überraschung wieder, daß schon wenige Wochen, nachdem der Fraß überhaupt entdeckt wurde, die Bestände völlig braun waren. Dies hängt mit der außerordentlich raschen Entwicklung der Forleulenraupe bei höheren Temperaturen zusammen, welche eine Verarbeitung großer Nahrungsmengen in kurzen Zeiträumen bedingt (vgl. Berwig und Zwölfer).



Abb. 545. Kahlgefressener Kiefernzweig mit abgestorbenen Maitrieben.

Der braungewordene Wald kann aber unter günstigen Verhältnissen ebenso schnell noch im gleichen Jahr sein Aussehen wieder ändern, indem sich ein grünlicher Schimmer über ihn legt, so daß der Wald nunmehr eine graugrüne Färbung erhält (Sedlaczek hat diese Änderung im Aussehen eines Eulenwaldes durch 2 bunte Tafeln illustriert). Dieses Wiederbegrünen des kahlgefressenen Waldes im Herbst des Eruptionsjahres ist aber

durchaus nicht gleichbedeutend mit Wiedergesundung oder Rekonvaleszenz des Eulenwaldes. Der grüne Schimmer, der vielfach auf der Bildung von Rosettentrieben beruht, ist in den meisten Fällen Trug; gewöhnlich schwindet derselbe wieder entweder noch im gleichen Jahr, oder aber erst im nächsten Frühjahr, wie gleich noch des näheren ausgeführt werden wird.

War der Wald vom Eulenfraß nicht tödlich getroffen, waren noch genügend alte Nadeln übriggeblieben, so daß sich die Bäume wieder erholen konnten, so werden gewöhnlich in einigen Jahren die Schäden wieder aus-



Abb. 546. „Spießbildungen": Bei den im Vordergrund stehenden Bäumen sind Kronenast und einige obere Quirle abgestorben. Phot. Berwig.

geglichen sein. Dann deuten nur noch eventuelle Formänderungen der Krone, vor allem die sog. „Spieße" auf die überstandene Krankheit hin. Diese „Spieße", die Ratzeburg so eingehend geschildert hat, entstehen durch Absterben des Kronenastes und einiger der oberen Quirle (Abb. 546). Sie sind in der Regel noch mehrere Jahre zu sehen; aber auch dann, wenn sie abgestoßen sind und die Quirläste sich ausgebreitet haben und ein besonders frohwüchsiger durch Einlotung die Stelle des Wipfelastes übernommen hat, unterscheiden sich solche Wipfel meist deutlich durch ihre Form vom



Waldrand von der Eule befressen (Eruptionsjahr). Aussehen im Juni.

Nach einer Farbenphotographie aufgenommen von Gustav V. Escherich

Normalwipfel. Auch an „wunderlichen Krümmungen der Ersatzzweige, kolbigen Verdickungen, Herabhangen derselben" usw. kann der Kundige an völlig wiederhergestellten Eulenwäldern die längst überstandene Krankheit oft noch erkennen.

Regenerationserscheinungen und Prognose quoad vitam des Waldes.

Ist die Eulengradation zusammengebrochen, so erheben sich als die wichtigsten Fragen für die Praxis:

„Was wird aus dem Wald? Ist er ganz oder teilweise verloren," und im letzteren Fall: „Welche Bestände oder Bäume sind dem Tode geweiht und welche werden sich voraussichtlich wieder erholen? Nach welchen Merkmalen kann die Prognose gestellt werden? Und endlich in welcher Weise findet die Wiederbegrünung statt?

In Erkenntnis der großen praktischen Bedeutung dieser Fragen sind dieselben schon des öfteren behandelt worden. So hat sich bereits Ratzeburg eingehend mit dem Studium dieses Problems beschäftigt und eine besondere Broschüre darüber verfaßt. Später wurde von Liese (1924 a und b) einiges darüber im Anschluß an die große norddeutsche Kalamität veröffentlicht. Und endlich hat (veranlaßt durch die letzte bayerische Kalamität 1929/30) neuerdings C. von Tubeuf diese wichtige Frage studiert und die Ergebnisse seiner umfangreichen Untersuchungen in einer soeben erschienenen mit zahlreichen Abbildungen und Tafeln versehenen größeren Arbeit niedergelegt (1930). Wir werden hier in der Hauptsache den v. Tubeufschen Ausführungen folgen:

Die Prognosestellung eines eulenfräßigen Waldes hat in erster Linie davon auszugehen, **ob noch ein größerer oder kleinerer Teil der alten Nadelmasse vorhanden ist oder nicht.** Sind sämtliche Nadeln abgefressen (ganz oder bis auf vereinzelte Stümpfe), liegt also vollkommener Kahlfraß vor, so stirbt der Baum zweifellos ab (auch wenn ein größerer Teil der Knospen erhalten sein sollte). Ist dagegen noch ein Teil der alten Nadelmasse vorhanden, so liegt die Möglichkeit der Erholung des Baumes vor, und zwar in um so stärkerem Maße je größer die verschonte Nadelmasse ist.

K. von Tubeuf teilt die befressenen Bäume nach dem Grad der Erholungsmöglichkeit in 3 Gruppen ein:

1. Gruppe: Hoffnungsvolle Bäume mit Erhaltung eines beträchtlichen Teiles der alten Nadelkrone (Klasse I).

2. Gruppe: Zweifelhafte Bäume, die zwar die meisten, aber nicht alle Nadeln verloren haben, ihre Triebe und Knospen abgeschlossen oder durch Neubildungen ersetzt haben. (Diese letzteren werden nur bei feuchtmildem Winter Aussicht auf Erholung geben) (Klasse II).

3. Gruppe: Hoffnungslose Bäume, die alle oder fast alle alten Nadeln verloren haben. Sie zeigen Kahlfraß (Klasse III).

Will man danach die Bestände bonitieren, so hat dies nach der Anzahl dieser hier unterschiedenen 3 Baumgruppen pro Bestand zu geschehen. (Siehe unten bei der Bekämpfung S. 749 ff.)[1]

[1] Hierzu ist es, wenigstens anfänglich, unbedingt notwendig, einzelne Bäume zu fällen, um Vergleiche des tatsächlichen Zustandes mit dem Aussehen der Krone bei der Beobachtung von unten zu erhalten. „Ein kahlgefressener Kiefernbestand," schreibt König (1925), „ist namentlich gleich nach dem Fraß eine Sphinx, deren

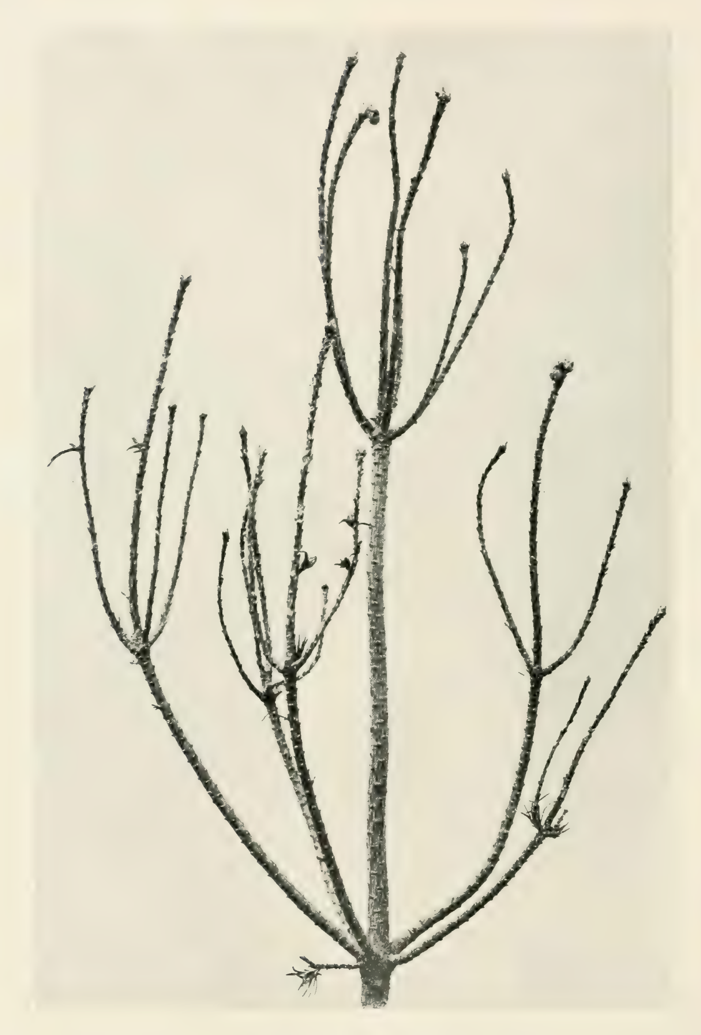


Abb. 547 A. Kahlfraß an alten Jahrgängen (Stangenholz), kaum nennenswerte Begrünungsversuche. Hoffnungslos (Klasse III). Nach v. Tubeuf.

Antlitz je nach der Beleuchtung wechselt; auffallendes Sonnenlicht läßt noch am ersten, zumal bei Benutzung eines Glases, die kümmerlichen Reste der früheren Begrünung erkennen."

Unmittelbar nach dem Fraß und nach dem Zusammenbruch der Kalamität erscheint die Gruppierung nicht schwierig, soweit es sich um Extreme handelt: auf der einen Seite völliger Kahlfraß (Abb. 547, A u. B), auf der anderen Seite noch gute Benadelung (Abb. 548). Andererseits gibt es aber soviele Übergangsstufen (Abb. 549), daß die Klassifizierung schwieriger



Abb. 547 B. Völliger Kahlfraß, mit sog. Todeskrallen der Altkiefernkrone. Hoffnungslos (Klasse III). Nach v. Tubeuf.

und unsicherer werden kann — um so mehr dann, wenn die Beurteilung einige Wochen später, im September, Oktober, vorgenommen wird und sich inzwischen Regenerationserscheinungen eingestellt haben, die den Beobachter oft über den wirklichen Zustand des Baumes hinwegtäuschen können.

Dies führt uns zur Frage der verschiedenen Erscheinungen der **Wiederbegrünung** nach Eulenfraß. Zunächst sei darauf hingewiesen, daß „zur Bildung der Triebe beim Nadelholz die Organe (Nadeln) zu ihrer Erzeugung überwintert werden, beim Laubholz dagegen die Reserve-



Abb. 548. Kahlgefressene Maitriebe, zum Teil abgestorben und vertrocknet. Die 2 jährigen Triebe noch ziemlich gut erhalten, besonders links (Klasse I). Nach v. Tubeuf.

stoffe" (Hartig, Münch). Daraus erklärt sich die große Bedeutung der Altnadeln der zweijährigen Kiefernzweige nach



Abb. 549. Starker Fraß in beiden Jahrgängen (Stangenholz). Erholung zweifelhaft (Klasse II). Nach v. Tubeuf.

Fraß der Maitriebe, und dementsprechend auch der große Unterschied der üppigen Reproduktionen, wie sie nach Verletzungen voll benadelt bleibender Sproßsysteme eintreten, gegenüber der schwächlichen Bemühung

nach Raupenfraß, bei der auch die Reserven der benadelten 2 jährigen Sprosse ganz oder großenteils verloren gingen.

„Die Kiefer hat nach Entfaltung des Maitriebes 3 benadelte Triebe, also für die Vegetationszeit 3 „assimilierende“ Jahrgänge, während der Vegetationsruhe aber nur noch 2 „verdunstende“ Nadeljahrgänge. Es wird also zur Zeit des Wachstums die Produktion verstärkt, zur Zeit der Produktions-Ruhe auch der Wasserverbrauch (durch Verdunstung) vermindert.“ (Siehe Abb. 550, I a und b.)

„Diese Einrichtung der $2^1/_2$ jährigen Lebensdauer der Nadeln von *Pinus silvestris* ist eine sehr sinnvolle Ökonomie, die ihre Existenz auf armen und trockenen Böden noch ermöglicht. Die unter anderen Vegetationsverhältnissen lebende *Pinus montana* hat viel langlebigere Benadelung, und auch bei *Pinus silvestris* ändern klimatische Verhältnisse die Lebensdauer ihrer Nadeln.“

Zum besseren Verständnis dieser Verhältnisse sei das ausgezeichnete Schema v. Tubeufs wiedergegeben (Abb. 550).

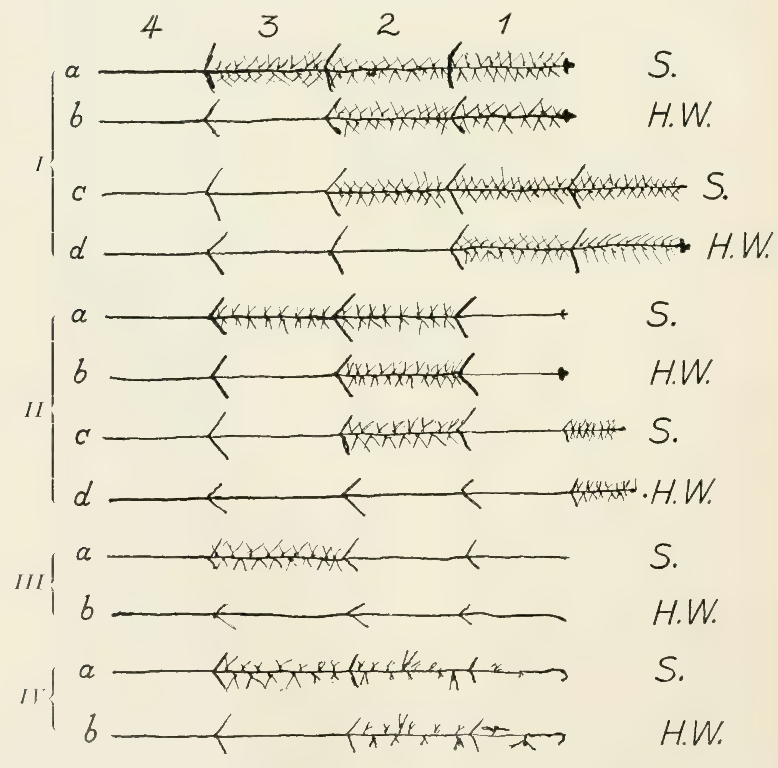


Abb. 550. Schema zur Wiederbegrünungsfrage der Kiefer. Nach v. Tubeuf.

Erläuterungen zu nebenstehendem Schema.

I a b c d normaler Zweig, und zwar:

a Zweig im Sommer: 3 Jahrgänge normal benadelt.

b Zweig im Herbst und Winter: 2 Jahrgänge normal benadelt.

c Derselbe Zweig im folgenden Jahre im Sommer mit dem neuen Maitriebe, also wieder mit 3 benadelten Jahrgängen.

d Im Herbst und Winter: der 3 jähr. Jahrgang entnadelt, also wieder 2 benadelte Jahrgänge.

II a b—c d Maitrieb allein kahl gefressen, und zwar:

a Zweig mit dem kahlen Maitriebe und den ganz oder teilweise benadelten 2- und 3 jähr. Sprossen im Sommer.

b Im Herbst und Winter: nur der 2 jähr. Sproß ist benadelt, der 3 jähr. normal entnadelt, der 1 jähr. kahl gefressen.

c Im folgenden Jahre:

Der neue Maitrieb ist entwickelt, da sein Muttertrieb zwar kahl gefressen war, aber mit normalen Knospen abschloß und vom benadelten Großmuttersproß ernährt werden konnte. Die Bildungsstoffe wanderten in den Siebröhren durch den kahlen Muttersproß zu ihm und das Wasser durch den Holzkörper ebenso. Da eigene Benadelung fehlt und hierdurch die Bildungsstoffzufuhr sehr vermindert ist, hat er nur halbe Größe erreicht und oft nur mit 1 Knospe abgeschlossen.

d Im Herbst und Winter ist er der einzige benadelte Sproß, so daß auch sein Folgesproß nur schwach werden kann.

III a b Der Maitrieb und sein Muttersproß werden kahl gefressen. Benadelt bleibt nur der 3 jähr. Sproß (a), der aber im Herbste (b) seine Nadeln verliert. Das ganze Sproßsystem ist kahl, der Maitrieb schwach, oft mit noch grüner Rinde (unfertig) und oft ohne oder mit nur kümmerlicher Knospe. Der Sproß stirbt ab.

IV a b Der Maitrieb wird fast kahl gefressen, sein Muttertrieb trägt keine oder nur wenige Nadeln, aber Nadelstummel, der 3 jähr. Sproß verkahlt im Herbste. Die Stummel des 2 jähr. Sprosses bilden zum Teil Scheidenknospen. Der 1 jähr. (Mai-) Trieb ist schon im Sommer (a) meist verkrümmt und von der Spitze herein soweit abgestorben, als er seine Kurztriebe ganz verloren hatte. Wo solche, wenn auch die Stümpfe in den die Scheide bildenden häutigen Schuppen — weil tief abgefressen — verborgen waren, noch am Leben blieben und Regenerationsbemühungen machten, blieb auch der Sproß am Leben. (Das ist immer so; auch ein abgeschnittener Laubholzzweig stirbt nur bis zur letzten Laubknospe herunter ab und diese treibt aus.)

Diese Regeneration besteht zunächst darin, daß die noch wachstumsfähigen Nadelreste (die Wachstumszone der Nadel liegt am Nadelgrunde) sich verlängern, ja nicht nur das, sondern sogar länger und breiter und dicker werden, weil sie nicht nur einem starken Wachstumsreiz unterliegen, sondern auch größere Mengen von Bildungsstoffen zugeführt erhalten, da sie nur noch vereinzelte Sproßbewohner sind und die Konkurrenz ihrer Nachbarn nicht mehr fühlen; sie kommen auch oft noch dazu, eine Scheidenknospe zu bilden, die ruhend überwintert, oder auch, diese nicht abzuschließen, sondern gleich ein Scheidenbüschel aus Primärblättchen zu treiben. Nur in günstigen Fällen entstehen auch noch in der Achsel einzelner dieser Primärblättchen Kurztriebe mit ihren 2 Folgeblättern (den typ. Nadeln).

Die Entfaltung der Reproduktionsknospen, sowohl der schlafenden Quirlknospen als der Scheidenknospen und der Endknospen infolge vorjährigen Fraßes kurz gebliebener Quirläste, erfolgt in Büschelform, d. h. in Form gestauchter Sprosse und besteht — wenigstens zunächst — nur aus grünen Primärblättchen.

Ihrer Herkunft nach benennt von Tubeuf sie

1. **Quirlrosetten:** Diese entstehen aus schlafenden Quirlknospen, bilden meist überhaupt nur Primärblätter (Abb. 551) und haben daher keine wesentliche Bedeutung für die Erholung kahlgefressener Beastung und somit für die der Bäume.



Abb. 551. Typische „Rosettentriebe" (Quirlrosetten), d. h. gestauchte Triebe mit Büscheln von Primärblättern. Sie sitzen im Knospenquirl und sind aus sonst schlafenden Quirlknospen entstanden. Nach Ratzeburg. Aus v. Tubeuf.

2. **Kurztriebbüschel:** Diese entstehen aus Scheidenknospen und bilden zunächst Primärblätter, bei genügender Ernährung auch Kurztriebe und können sich bei guter Ernährung durch alte Nadeln auch zu Langtrieben strecken. Letzteres geschieht stets bei Gipfelverlust normal benadelt bleibender Sprosse, nicht aber oder nur selten nach Kahlfraß. Man spricht hier auch von Scheidenbüscheln bzw. Scheidensprossen (wegen der Ähnlichkeit mit den Quirlrosetten könnte man sie auch Scheidenrosetten heißen, was aber wegen eventueller Verwechslungen nicht zweckmäßig wäre). Da sie stets alte Kurztriebe krönen, stehen sie horizontal vom Sproß ab und breiten ihre Büschel flach aus.

3. **Pinselbüschel:** Treiben Endknospen oder Quirlastknospen nur zu eng zusammenhängenden Büscheln aus, so entstehen die Pinselbüschel. Auch diesen Fall findet man an Kahlfraßsprossen.

Außer durch Entfaltung neuer Knospen, kann die Wiederbegrünung auch durch Auswachsen der stehengebliebenen Nadelstümpfe unterstützt werden, wobei gewöhnlich zwei große, breite, hell- und mattgrüne Nadeln (mit Verkrümmungen zur Halbkreisform) erscheinen (Abb. 553 B).

Zur Beantwortung der eingangs gestellten Fragen betr. Beurteilung des Zustandes befressener Kiefernzweige hat man also nach v. Tubeufs Angaben auf folgende Punkte zu achten:

Beurteilung.

I. Nadeln (alte Nadeln).
  1. Unbefressen.
  2. Befressen.
    a) Teilfraß.
      $^1/_4$, $^1/_2$, $^3/_4$ abgefressen. (Im letzteren Falle sind die grünen Nadelstümpfe noch sichtbar.)
    b) Totalfraß. (Stümpfe nicht mehr sichtbar, oft aber versteckt in der Scheide noch vorhanden.)

II. Kurztriebe.
    a) mit Reproduktionserscheinungen.
    b) ohne Reproduktionserscheinungen.
    c) abgeworfen.

III. Sproß (einjähr. Sproß).
  A. Maisproß.
    a) Nadeln abgefressen.
    b) Kurztriebe verloren.
    c) Rinde benagt.
    d) Teilweise abgestorben.
    e) Ganz abgestorben.
    f) Im lebenden Teile Reproduktionserscheinungen.
[Rinde. a) Braun mit Korkhaut, Knospen normal.
    b) Rinde im Herbste noch grün. Knospen gut.
    c) Knospen schwach.
      b) und c) ist gefährdet, durch Frost und Trocknis abzusterben.]
  B. Vorletzter (2 jähr.) Trieb.
    a) Nicht befressen.
    b) Befressen (nach Schema I).
    c) Gute Scheidenknospen infolge der Verluste am Maitriebe vorhanden.
  C. Dreijähriger Trieb.
    a) Nicht befressen.
    b) Befressen (wie ?).
    c) Normal entnadelt (ab Okt.).

IV. Bäume.
  A. Stangenholz.
    a) Oberstes Astwerk mit Gipfelsproß (oft kahl gefressen), untere Partien oft noch benadelt, so entstehen die zentralen, toten „Spieße", die später von tieferen Ästen überwachsen werden.
    b) Mittleres Astwerk (bei engem Schluß schwach).
      α) Kahl. β) Nur mit Rosetten, dann schlechte Aussichten. γ) Mit alten Nadeln, dann bessere Aussichten.
  B. Altholz.
    a) Obere Krone.
    b) Mittlere Krone.
    c) Untere Krone.

Die untere Krone ist oft ganz oder fast ganz kahl und macht, von unten betrachtet, einen schlechten Kroneneindruck.

Mittlere Krone oft nur Rosetten, obere Krone oft erholungs-

fähig. Zuweilen ist die ganze Krone kahl, d. h. ohne alte Nadeln und ohne oder mit wenig Reproduktionen. Der Baum ist verloren.

Für die Praxis ergeben sich aus dem Gesagten folgende Hauptgesichtspunkte:

Das Erscheinen lediglich von Quirlrosetten im Herbst des Fraßjahres an völlig kahlgefressenen Bäumen, ändert nichts an der unmittelbar nach dem Kahlfraß gestellten hoffnungslosen Prognose auf einen Exodus letalis (Abb. 554). Die Primärblätter werden teils schon im Winter durch Frost abgetötet, teils sterben sie im Frühjahr ab, so daß der Baum dann wieder ebenso kahl dasteht wie im Sommer. Die Bildung der Quirlrosetten stellt eben eine letzte Kraftanstrengung, eine unnütze Verausgabung der letzten Reserven des Baumes dar, — also ein sehr schlechtes prognostisches Zeichen, was Ratzeburg bereits völlig richtig erkannt hat.



Abb. 552. Kurztriebbüschel mit daraus gebildeten Nadeln. Nach Liese (aus Sachtleben).

Wo Kurztriebbüschel auftreten, wird die Prognose um so günstiger je mehr alte Nadeln vorhanden sind, da sich aus jenen dann Kurztriebe bilden können.

Was die Maitriebe betrifft, so ist deren Erhaltungszustand durchaus nicht entscheidend für das Leben der Bäume. Der Verlust des Maitriebes an und für sich hat keine Bedeutung für das Leben des Baumes, wenn nur genügend Nadeln der zweijährigen Sprosse erhalten geblieben sind. Auf diese kommt es in erster Linie an! Sie sind es ja allein, welche nach Verlust des Maitriebes im nächsten Jahr noch vorhanden sein können, da ja der dreijährige Sproß im Winter nicht mehr belaubt ist (s. Schema Abb. 550, II b).

Übrigens bedeutet eine Erholung durchaus nicht immer eine völlige Wiederherstellung, sondern sehr häufig nur eine Bewährungsfrist

von kürzerer oder längerer Zeit (womit aber vom Standpunkt der Holzverwertung aus schon viel gewonnen ist).

Der Grad der Erholung hängt außer natürlich von dem Erhaltungszustand des befressenen Baumes auch noch sehr viel von äußeren Umständen ab, vor allem von Witterung und Boden. Ein feuchter, regenreicher Sommer und Herbst wird der Erholung weit günstiger sein als Trockenheit. Andererseits werden auf trockenen Böden stockende Bestände sich leichter erholen als solche auf nassen Böden, wie sowohl bei der letzten norddeutschen als auch bei der jetzigen bayerischen Kalamität vielfach beobachtet werden konnte. (Wolff, Hilf-Wittich, Wagner usw.) „Auf reinem, trockenem Kiefernstandort", schreibt Wagner, „gehören die wenigen Bäume, die abgestorben sind, fast ausschließlich den unterdrückten an, die an sich nicht viel Lebenskraft mehr haben. Etwas stärkeren Abgang erwarten wir auf nassen Böden, insbesondere auf Moor. Die Erfahrung machten wir schon bei dem großen Nonnenfraß 1907/08, daß die Kiefer auf nassen Böden viel anfälliger ist. Diese Erscheinung beruht wohl darauf, daß die Bäume auf trockenen Böden durch ihren xerophilen Charakter auf weit geringere Transpiration eingestellt sind als die Kiefern auf feuchteren Standorten."


Abb. 553 A. Zahlreiche Nadelpaare aus Kurztriebbüscheln entstanden.

Endlich darf bei der Prognosestellung auch das Auftreten sekundärer Schädlinge nicht außer acht gelassen werden.

Der letzte Faktor ist für die Prognose quoad vitam von besonders großer Bedeutung. Die schönsten Ansätze zur Wiedererholung eines Eulenwaldes können durch die verschiedenen Sekundärschädlinge zunichte gemacht werden. Bei allen Eulenkalamitäten hat man in dieser Beziehung manche bittere Erfahrungen machen müssen.

Als sekundäre Schädlinge kommen hauptsächlich in Betracht die beiden Waldgärtner (*Myelophilus piniperda* L. und *minor* Htg.), ferner die verschiedenen *Pissodes*-Arten, vor allem *piniphilus* Hbst. und *notatus* F. Dazu kommen noch der Zimmerbock (*Ac. aedilis* L.) und der Blaurüßler (*Magdalis frontalis* Gyll.), welche beide bei der letzten norddeut-

schen Kalamität teilweise in großer Zahl aufgetreten sind (siehe Escherich, 1925, S. 14). Die Vermehrung und Wirkung der Sekundärschädlinge ist um so größer, je trockener und heißer der Sommer ist.



Abb. 553 B. Nachgeschobene Nadelstümpfe.

Zusammenfassend können wir sagen, daß wir heute dank der sehr erfolgreichen wissenschaftlichen Forschungen und der vielen praktischen Erfahrungen der letzten Jahre nicht mehr so sehr im Dunklen tappen wie früher. Der Praktiker ist heute in den Stand gesetzt rechtzeitig und mit ziemlicher Sicherheit Vorhersagen einmal bezüglich des Verlaufs der Kalamität und sodann bezüglich des Schicksals des eulenfräßigen Waldes zu machen. Er kann daher heute bereits recht feine Unterschiede zwischen hoffnungslosen und hoffnungsvollen Beständen machen und damit vieles, was früher ohne

weiteres der Axt ausgeliefert wurde, erhalten (näheres siehe unten bei der Bekämpfung S. 749 ff.).

Die Krisis.

Bei keinem der anderen Forstschmetterlinge tritt der Zusammenbruch der Gradation mit solcher Sicherheit, Wucht und Vollkommenheit ein wie bei der Eule. Diese Erscheinung ist von Alters her bekannt und in der Literatur hundertfach erwähnt. Immer wieder wird da die Plötzlichkeit des Erlöschens der Kalamität betont. Beispielsweise hatte „das Forstamt Gunzenhausen noch für den 4. Juli 1808 ein Aufgebot von tausend Arbeitern zum



Abb. 554. Wiederbegrünung nach Kahlfraß, fast ausschließlich durch Quirlrosetten. Hoffnungslos.

Anprellen in der Schwaningerhaide angeordnet, bereits am 12. Juli war aber dort keine lebende, gesunde Raupe mehr aufzufinden; dagegen lagen unzählige tot auf dem Boden oder klebten halb vermodert auf den Bäumen". Bei Berwig (1926) finden sich zahlreiche ähnliche Fälle zusammengestellt, und auch bei der jüngsten bayerischen Kalamität war vielerorts die Plötzlichkeit des Zusammenbruchs auffallend.

Als Ursachen dieser heftigen Krisen werden in früheren Zeiten „ungünstige Witterungsverhältnisse", „starke Gewitterregen", „Hagelschlag und Regengüsse", „kühle Witterung nach schweren Gewittern", „kühle Nächte" usw. angegeben. Einmal wird sogar auch „die Hitze" genannt, „durch die die Raupen verbrannt seien" (vergl. Berwig).

In späteren Zeiten mehren sich die Berichte, in welchen für die natürliche Beendigung der Gradationen Krankheiten der Raupen im Zusammenwirken mit Parasiten und anderen tierischen Feinden verantwortlich gemacht werden. Die naßkalte Witterung, die in früheren Angaben als die direkte Ursache angesehen wurde — und nach den neueren Untersuchungen zum Teil sicher mit vollem Recht —, wird nunmehr als indirekte Ursache angesprochen, insofern als durch sie die verschiedenen Mykosen gefördert werden.

Wir wissen heute, daß neben „inneren Erschöpfungszuständen" (z. B. Rückgang der Zeugungsfähigkeit) hauptsächlich folgende Faktoren an dem Zusammenbruch beteiligt sein können: Parasiten, Pilzkrankheiten (Mykosen) und andere Krankheiten (Bakteriosen). Von diesen treten manchmal die Parasiten mehr in den Vordergrund, manchmal die Mykosen und Bakteriosen, häufig aber wirken alle drei Faktoren zusammen. Daneben helfen noch zahlreiche räuberische Tiere an der Vernichtung mit.

Parasiten.

Die Zahl der in den verschiedenen Entwicklungsstadien der Forleule lebenden Schlupfwespen und Raupenfliegen ist sehr groß und wird höchstens noch durch die Zahl der Kiefernspinnerparasiten übertroffen[1]). Sie stellen sich sehr schnell ein, so daß gewöhnlich schon im Prodromalstadium ein hoher Parasitenstand vorhanden ist. So ergab eine Zucht im Tharandter Institut (ausgeführt von W. Baer) am Ende des Prodromaljahres bereits einen Parasitenstand von 64% (46% Tachinen und 18% Ichneumonen) (Abb. 555). Dieses rasche Anwachsen der Parasitenfauna hängt wohl mit der großen Polyphagie zusammen, die die meisten Eulenparasiten auszeichnet. Dazu kommt, daß alle Entwicklungsstadien, also Ei, Raupe und Puppe von Parasiten befallen werden, was natürlich für die Gesamtwirkung von großer Bedeutung ist.

Baer (1925) teilt die Forleulenparasiten in drei Kategorien: 1. Hauptschmarotzer, 2. wichtigere Schmarotzer und 3. bedeutungslose Schmarotzer.

---

[1]) Es existiert daher auch eine große Literatur über die Forleulenparasiten. Besondere Verdienste um die Kenntnisse der letzteren haben sich W. Baer (1925) und H. Sachtleben (1927 und 1929) erworben. Baer hat als erster eine kritische und epidemiologisch brauchbare Liste der Eulenparasiten, geordnet nach ihrer wirtschaftlichen Bedeutung, aufgestellt. Sachtleben hat durch eingehendes Studium der umfangreichen Literatur, vor allem auch der älteren, eine Klärung der teilweise recht verworrenen Synonymie herbeigeführt und sodann auch im einzelnen die Kenntnisse der Bionomie wesentlich erweitert.

Zu den Hauptschmarotzern stellt er folgende 9 Arten: *Trichogramma evanescens* Westw. *Meteorus albiditarsis* Curt., *Banchus femoralis* Thoms., *Aphanistes armatus* Wesw., *Exochilum circumflexum* L., *Enicospilus ramidulus* L., *Ichneumon bilunulatus* Grav., *pachymerus* Htg., *Ernestia rudis* Fall.

Als wichtigere Schmarotzer erwähnt er ferner: *Pteromalus alboannulatus* Rtzb., *Tylocomnus scaber* Grav., *Anomalon biguttatum* Grav., *Amblyteles rubroater* Rtzb., *Ichneumon comitator* L., *fabricator* L., *nigritarius* Grav., *Eudoromyia magnicornis* Zett., *Winthemia amoena* Mg. und *Anthrax hottentottus* L.

Sachtleben (1929) ändert nach seinen Beobachtungen dieses Baersche Verzeichnis in einigen Punkten ab und kommt zur folgenden Aufstellung:



Abb. 555. Durchschnittliches Ergebnis einer Aufzucht von 100 Kieferneulenpuppen im Prodromaljahr einer Eulengradation.

1. **Hauptschmarotzer:** *Banchus femoralis* Thoms., *Ichneumon pachymerus* Htg., *Meteorus albiditarsis* Curt., *Ernestia rudis* Fall.

2. **Wichtige Schmarotzer:** *Aphanistes armatus* Wesm., *Exochilum circumflexum* L., *Enicospilus merdarius* Grav., *Ichneumon bilunulatus* Grav., *Trichogramma evanescens* Westw., *Pteromalus alboannulatus* Rtzb.

3. **Häufige Schmarotzer:** *Anomalon biguttatum* Grav., *Tylocomnus scaber* Grav., *Amblyteles rubroater* Rtzb., *Ichneumon comitator* L., *fabricator* F., *nigritarius* Grav., *Echinomyia magnicornis* Ztt., *Winthemia amoena* Meig. und *Anthrax hottentottus* L.

4. **Seltene Schmarotzer:** Zahlreiche Arten[1]).

[1]) Die seltenen bzw. wirtschaftlich bedeutungslosen Parasiten sind bei Baer und Sachtleben aufgeführt. Übrigens kann es sehr wohl vorkommen, daß einer dieser seltenen Parasiten einmal zu einem wichtigen Parasiten wird.

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Eulen-Schmarotzer nach der Art ihres Vorkommens in den verschiedenen Entwicklungsstadien der Eule dargestellt:

Parasitenreihe der Kieferneule.

Name des Parasiten	Ei April, Mai	Schmarotzt im Raupenstadium	Schmarotzt im Puppenstadium
Hymenopteren.			
Ichneumonidae.			
Ichneumon bilunulatus Grav.[1] .		═	═
pachymerus Htg. .		═	═
comitator L. . . .		—	—
fabricator F. . . .		—	—
nigritarius Grav.[2] .		═	═
Aphanistes armatus Wesm. . .		—	—
Anomalon biguttatum Grav. . .		—	—
Exochilum circumflexum L. .		—	—
Enicospilus ramidulus L. . .		—	
Banchus femoralis Thoms. . .		—	
Tylocomnus scaber Grav.[3] . .		—	—
Braconidae.			
Meteorus albiditarsis Curt.[3] .		—	
Chalcididae.			
Pteromalus (Dirhicnus), albo-annulatus Rtzb.			—
Trichogramma evanescens Westw.	—		
Dipteren.			
Bombylidae.			
Anthrax hottentottus L. . . .		—	
Tachinidae.			
Ernestia rudis Fall.		—	
Echinomyia magnicornis Zett. .		—	
Winthemia amoena Mg. . . .		—	

Im einzelnen sei über die Bionomie der hier genannten Parasiten folgendes angeführt[4]:

Die Schlupfwespen.

***Ichneumon pachymerus* Htg.** (Abb. 556). Einer der häufigsten Eulenparasiten; verläßt Ende Mai die Forleulenpuppe, in der er den Winter verbracht hat.

[1]) Die Doppelstriche bedeuten, daß das Schlüpfen teils im Herbst, teils erst nach Überwinterung erfolgt.

[2]) Nach Pfankuch auch Hyperparasit von *Banchus femoralis* Thoms.

[3]) Auch Hyperparasit von *Banchus femoralis* Thoms.

[4]) Die bionomischen Angaben beruhen in der Hauptsache auf den Arbeiten von Sachtleben und Baer.

Die Flugzeit dauert bis Mitte oder Ende Juni. Nach Sachtleben beträgt die mittlere Lebensdauer der Weibchen 23 Tage, die der Männchen ca. 6 Tage. Die parasitierte Eulenraupe schreitet noch zur Verpuppung und die Schmarotzerlarve geht in die Eulenpuppe über, in der sie überwintert. Forleulenpuppen aus dem November enthalten den Parasiten in einem Stadium, das man als Präpupa bezeichnen kann, da die Imaginalanlagen zu diesem Zeitpunkt bereits sichtbar sind. In der ersten Maihälfte verpuppt sich *pachymerus* in der Forleulenpuppe, schlüpft nach einigen Tagen aus seiner Puppenhülle und verläßt kurze Zeit darauf die Forleulenpuppe.

In Holland scheint *pachymerus* nach Smits van Burgst in zwei Generationen aufzutreten. Auch in Deutschland scheint dies bisweilen vorzukommen, da nach Baers Beobachtungen die Wespe zum kleinen Teil schon vor der Überwinterung auskommen kann. In solchen Fällen könnte vielleicht der Kiefernspanner als Wirt der zweiten Generation in Frage kommen (s. oben S. 523)[1]. Beim Ausschlüpfen schneidet die Wespe am



Abb. 556. *Ichneumon pachymerus* Htg.-♀. Eine der häufigsten Schlupfwespen der Eulenraupe (in die Eulenpuppe übergehend). 3 ×.



Abb. 557. Kieferneulenpuppen, aus denen *Ichneumon pachymerus* Htg. ausgekommen sind. Nach Sachtleben.

Vorderende der Eulenpuppe einen Deckel ab, dessen rund um die Puppe verlaufende Schnittfläche etwas ausgezackt ist (Abb. 557). In der Regel wird der Deckel ganz abgeschnitten oder bleibt nur noch an einer schmalen Stelle mit der Eulenpuppe in Verbindung. In solchen Fällen, in denen der Deckel nicht genügend abgeschnitten ist, wird die Schnittfläche an einer Stelle nach unten durch Ausnagen eines Loches erweitert (s. Abb. 557 rechts). Von der Größe des Parasiten und seiner Lage hängt es ab, in welcher Höhe die Schnittfläche gelegen ist.

***Ichneumon bilunulatus* Grav.** Solitärer Raupenparasit, wie die vorige Art in die Puppe übergehend. Entwickelt sich ebenfalls teilweise schon vor der Überwinterung (etwa im September) zur Imago, die größere Hälfte jedoch erst im Frühjahr zur Flugzeit der Eule (Baer). Die im Herbst geschlüpften Tiere befallen wahrscheinlich wie *pachymerus* die Spannerraupen als Zwischenwirt (siehe auch Anm. 1).

***Ichneumon nigritarius* Grav.** Ebenfalls Raupenparasit, in die Puppe

[1]) Allerdings haben wir bei der letzten bayerischen Kalamität während der Wintermonate häufig Imagines von *pachymerus* und *bilunulatus* in der Bodenstreu angetroffen, wo sie also zum Teil in diesem Zustand überwintern.

übergehend[1]). Ein häufiger Eulen- (wie auch Spanner-) Parasit. In Tharandt ausnahmsweise auch als Hyperparasit aus den Kokons von *Banchus femoralis* Thoms. gezogen (Baer). Schlüpft zum Teil schon im Frühherbst. Krauße hat im Eulenjahr 1924 schon am 11. August massenweise (er zählte bis 14 Stück pro qm) frischgeschlüpfte *nigritarius* auf der Bodenstreu herumlaufen sehen. v. Geyr hat im Laboratoriumsversuch beobachtet, daß die frischgeschlüpften Weibchen gleich wieder die Eulenpuppen anstechen. Wolff und Krauße (1925) schließen daraus auf eine zweite Generation innerhalb ein und derselben Wirtgeneration, wodurch die wirtschaftliche Bedeutung dieses Schmarotzers wesentlich erhöht würde. Demgegenüber weist Prell (1925) mit Recht darauf hin, daß dieser Schluß nicht zwingend sei, da 1. überhaupt noch nicht erwiesen sei, daß das Anstechen tatsächlich auch Eiablage bedeutet (s. unten bei *Trichogramma)* und 2. die Bestätigung aus der freien Natur mangle. „Es ist durchaus unwahrscheinlich, daß die Schlupfwespen sich in die Erde wühlen und dort Eulenraupen suchen, statt daß sie an den Bäumen die Raupen des Kiefernspanners suchen, als dessen regelmäßiger Parasit *nigritarius* längst bekannt ist.“ Es sind jedenfalls noch weitere Beobachtungen zu dieser Frage notwendig.

***Exochilum circumflexum* L.** (Abb. 558). Raupenparasit in die Puppe übergehend. Daß dieser wichtige Kiefernspinnerparasit auch bei der Eule einen wesentlichen Vernichtungsfaktor ausmacht, darauf ist vor allem durch Baer (s. Escherich und Baer, 1910) hingewiesen worden. „Bedenkt man“, schreibt dieser, „die so abweichende Lebensweise des Spinners, dessen Räupchen im Herbst von der Schlupfwespe belegt werden, während dieses bei der Eulenraupe im Frühjahr geschehen muß, so muß ein solches Vorkommen bei den beiden Arten wohl sehr überraschen.“ Allerdings erweisen sich die Eulen-*Exochilum* als deutlich kleiner, so daß man an eine besondere, biologisch mehr oder weniger fixierte Art denken könnte[2]). Die erwachsene *Exochilum*-Larve füllt die Eulenraupe prall aus. Die befallenen Puppen sind von den gesunden ohne weiteres an der lebhaft rotbraunen Färbung zu unterscheiden.



Abb. 558. *Exochilum circumflexum* L., ein Raupenparasit, ebenfalls in die Puppe übergehend. $1^1/_2 \times$.

***Enicospilus ramidulus* L.** (= *merdarius* Grav.[3]) (Abb. 559). Reiner Raupenparasit. Fliegt Mitte Mai bis Mitte Juni. „Das parasitäre Leben in der Forleulenraupe dauert etwa 20 Tage. Die ausgewachsene *E. ramidulus*-Larve verläßt wie *Banchus femoralis* Thoms. die Forleulenraupe, die zum Teil noch das Stadium der Verpuppungsreife erreicht und fertigt wie *Banchus femoralis* Thoms. einen Kokon an. Der Kokon wird von Ratzeburg treffend beschrieben: „Ich habe die Tönnchen häufig zur Zeit eines Eulenfraßes im Winter unterm Moose gefunden, wiewohl immer seltener als

[1]) Eine ausführliche Schilderung von *I. nigritarius,* der ein Hauptparasit des Spanners ist, gibt Eidmann (s. oben S. 521).

[2]) Ausführlich geht auf diese Frage Sachtleben (1929, S. 64) ein.

[3]) Baer faßt *merdarius* Grav. als Synonym von *ramidulus* L. auf; Sachtleben möchte die beiden als Rassen einer Form ansehen. Ich folge hier Baer.

die von *Banchus*. Die Tönnchen beider haben viel Ähnlichkeit miteinander, die des *Ophion (= Enicospilus)* sind aber stumpfer und sehen wie *Lophyrus*-Tönnchen aus, nur daß sie noch größer als die größten von *L. nemorum* sind (6—7''' lang und $2^1/_2$''' breit) und auf dem dunklen braun-schwarzen Grunde eine, das mittlere Drittheil einnehmende hellere Zone haben. Sie bestehen aus mehreren Gespinstlagen, und diese lassen sich wegen ihrer Trockenheit und Sprödigkeit mit einem starken Silberschaume vergleichen." „In diesem Kokon liegt *E. merdarius* Grav. den Winter über und schlüpft zur oben angegebenen Flugzeit. Wie bereits Ratzeburg beschrieben hat, benimmt sich *E. merdarius* Grav. auch hierbei ganz anders wie *Banchus femoralis* Thoms. Er nagt nicht wie dieser an der Seite des Kokons eine unregelmäßige Öffnung aus, sondern schneidet an dem einen Pol des Kokons einen kreisrunden Deckel ab und ähnelt auch hierin den Lophyrusarten, die den Kokondeckel nur etwas tiefer als *E. merdarius* Grav. abschneiden." (Sachtleben, 1927.)



Abb. 559. *Enicospilus ramidulus* L., Reiner Raupenparasit, der die erwachsene Eulenraupe verläßt, um sich außerhalb in Kokons zu verpuppen. 3×.





Abb. 560. Kokon von *Enicospilus ramidulus* L. B von der Imago verlassen. (Am Pol ein kreisrunder Deckel abgeschnitten.) Nach Sachtleben. 2×.

***Banchus femoralis* Thoms.** (Abb. 561). Reiner Raupenparasit. Neben der Tachine *Ernestia rudis* in Deutschland stellenweise[1]) der wichtigste Eulenparasit. Die Kokons im Winterlager neben den Puppen des Wirtes. Auch bei den polnischen Kalamitäten spielte dieser Parasit eine hervorragende Rolle (Sitowski, 1924, Bledowski und Krainska, 1926,



Abb. 561. *Banchus femoralis* Thoms., einer der wichtigsten Eulenraupenparasiten (verpuppt sich meistens außerhalb des Wirtes). 3×.



Abb. 562. Ein Weibchen von *Banchus femoralis* Thoms. beim Anstechen einer jungen Kieferneulenraupe. Nach Bledowski und Krainska.

[1]) Bei der letzten bayerischen Kalamität trat *Banchus* stark zurück gegenüber anderen Schlupfwespen.

Sachtleben, 1927). Nach Bledowski und Krainska legt *B. femoralis* seine Eier in die jungen Raupen, Ein- bzw. Zweihäuter oder Dreihäuter (Abb. 562). Die *Banchus*-Weibchen sind gleich nach dem Ausschlüpfen geschlechtsreif und stechen die Eulenraupen zu jeder Tageszeit an, wobei die Witterungsverhältnisse keine Rolle spielen. In eine *Panolis*-Raupe können mehrere (bis 17 wurden beobachtet) Eier abgelegt werden, doch entwickelt sich in der Regel nur eine *Banchus*-Larve. Die ganze Entwicklungszeit des *Banchus* dauert 1 Jahr, deckt sich also mit der Entwicklung des Wirtes. Die Entwicklung vom Ei bis zur Kokonlarve (also bis zum Auswandern aus dem Wirtstier) vollzieht sich binnen 30—50 Tagen. „Die parasitierte Raupe häutet sich während dieser Zeit ein- oder zweimal (je nach dem Stadium, in welchem sie parasitiert wurde), erreicht noch das verpuppungsreife Stadium und begibt sich wie zur Verpuppung in den Bodenbelag. Hier fertigt sie mitunter noch eine Puppenhöhle an, geht jedoch wohl in der Regel, bevor noch die Verpuppung eingetreten ist, zugrunde. Kurz darauf verläßt die *B. femoralis*-Larve die tote Eulenraupe und beginnt meist sogleich ihren Kokon zu spinnen[1]). Der $11^1/_2$ bis $14^1/_2$ mm lange Kokon wird noch am gleichen oder am nächsten Tage fertig. Er ist anfangs grünlich-weiß und pergamentartig weich, verfärbt sich aber in wenigen Stunden, wird schwarz und hart. In diesem Kokon verbringt die *B. femoralis*-Larve den folgenden Herbst und Winter bis zum nächsten Frühjahr, im ganzen etwa 10 Monate. Anfang April verpuppt sich die Praepupa in ihrem Kokon; das Ausschlüpfen aus der Puppe erfolgt etwa Mitte Mai, das Verlassen des Kokons einige Tage später." „Aus dem spindelförmigen schwarzen Kokon wird an einem Ende seitlich eine ovale, unregelmäßige, in ihrer Größe wechselnde Öffnung ausgenagt (Abb. 563). Die Flugzeit dauert wahrscheinlich bis Mitte Juni (Sachtleben, 1927).



Abb. 563. Kokon von *Banchus femoralis* Thoms. mit seitlichem Schlüpfloch. Nach Sachtleben. 2×.

***Tylocomnus scaber* Grav.** Wurde im Tharandter Institut in großer Zahl aus oberschlesischen *Panolis*-Puppen gezogen, einige wenige auch als Hyperparasiten aus den Kokons von *Banchus femoralis* (Baer).

***Meteorus albiditarsis* Curt.** Reiner Raupenparasit. Trat in Holland bei der letzten Eulenkalamität neben der Tachine *Ern. rudis* Fall. als der wichtigste Parasit auf. In Deutschland dagegen bisher nur wenig beachtet. Bei der letzten bayerischen Kalamität trat er in einzelnen Forstämtern etwa in derselben Häufigkeit wie *B. femoralis*, gelegentlich sogar noch zahlreicher auf. „Nach Smits van Burgst findet die Infektion durch diese Braconide statt, bevor die junge Forleulenraupe halb erwachsen ist. Die Parasitenlarve ist kurz vor der Verpuppung der Forleulenraupe erwachsen, verläßt ihren Wirt und spinnt kurz darauf ihren Kokon, in dem sie im Larvenzustand bis zum nächsten Früh-

---

1) Bisweilen verpuppt sich die *Banchus*-Larve in der Eulenpuppe, was auch bereits Ratzeburg mehrfach beobachtet hat: Er fand verschiedentlich „Tönnchen, an welchen nur noch kleine Stückchen der Eulenpuppe hafteten, so daß man anfangs nicht recht wußte, ob man eine Puppe oder einen Kokon vor sich hatte. Immer waren die Puppenreste sehr dünn und zart." Bei der letzten bayerischen Kalamität konnten wir solche Fälle ziemlich häufig beobachten.

jahr verbleibt. Erst 14 Tage vor dem Schlüpfen verpuppt sich die Larve. Der gelblich gefärbte wollige Kokon von *M. albiditarsis* findet sich während einer Kalamität in großen Mengen in Streu und Moos zwischen den Eulenpuppen" (Sachtleben)[1]).

***Trichogramma evanescens* Westw.** (Abb. 564). Eiparasit; gehört zu den kleinsten bekannten Hymenopteren, ja Insekten überhaupt („staubförmig klein" nennt sie Ratzeburg). Ihre Größe ist sehr schwankend und richtet sich wohl nach den Ernährungsbedingungen. Hase, dem wir eingehende Studien über diesen wichtigen Parasiten verdanken, unterscheidet Großformen von ca. 0,9 mm und Kleinformen von ca. 0,3 mm; beide sind durch Übergänge miteinander verbunden. Die Kleinformen entstehen, wenn das Wirtsei eine größere Anzahl Schmarotzer enthält, die Großformen dann, wenn das Wirtsei nur mit einem einzigen *Trichogramma*-Ei belegt wurde.

Tr. evanescens ist ungeheuer polyphag bzw. pantophag. Hase nennt 65 verschiedene Insektenarten, darunter 53 Lepidopteren, in deren Eier unsere Schlupfwespe angetroffen wurde. Zu ihnen gehört auch die Forleule, deren Eier oft in großer Anzahl den *Trichogramma*-Angriffen zum Opfer fallen. Nach Wolff (1915 und 1925) waren im Jahre 1914 in der Oberförsterei Rittel bis zu 60% der abgelegten Euleneier durch diese Schmarotzer vernichtet worden. Selbst sehr große Eigelege von 10 und mehr Stück waren Ei für Ei von der Schmarotzerwespe belegt[2]).

Die trichogrammierten Eier sind unschwer von den gesunden zu unter-

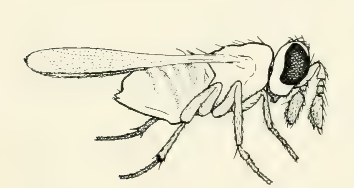


Abb. 564. Weibchen von *Trichogramma evanescens* Westw. in Ruhestellung. ca. 50×. Nach Hintzelmann.



Abb. 565. Paarung von *Trichogramma*, links ♀, rechts ♂ (halbschematisch). ca. 30×. Nach Hase.

[1]) Hier sei noch ein anderer Braconide erwähnt, der zwar keine große wirtschaftliche Rolle zu spielen scheint, jedoch durch seinen grünen Kokon schon seit Ratzeburg das Interesse der Forstentomologen erweckt hat. Es ist eine *Microplitis*-Art, die von Prell (1925a u. b) vor wenigen Jahren als *Micr. decipiens* beschrieben wurde. Der leuchtend grüne Kokon besitzt die Form eines Gerstenkornes und ist sowohl an den Nadeln, als am Stamm und auch am Boden zu finden. Die Larve ruht in dem Kokon bis zum Frühjahr und verpuppt sich erst dann. Ende April schlüpft die junge Wespe aus, indem sie durch einen ringförmigen Schnitt ein Deckelchen vom Kokon abtrennt; *Microplitis decipiens* ist nach Prell ein Jungraupentöter, der die Raupen vor Beginn der schlimmsten Fraßperiode, wenn sie etwa halbwüchsig erscheinen, zugrunde richtet. Wenn der Parasit trotz dieses günstigen Momentes keine größere wirtschaftliche Bedeutung erlangt, so liegt dies zum Teil daran, daß er verhältnismäßig selten ist, was wiederum auf den starken Hyperparasitismus, dem *Microplitis* ausgesetzt ist, zurückzuführen ist. Prell führt 3 Hyperparasiten an, unter ihnen *Mesochorus brevipetiolatus* Rtzb., den Ratzeburg für den Verfertiger der grünen Kokons und damit für einen Primärparasiten der Eule hielt.

[2]) Unter 1195 im Freien gesammelten Kohlweißlingseiern zählte Hase 1177 trichogrammierte, also 98%.

scheiden. Wie oben berichtet, verfärbt sich das Eulenei im Verlauf von ca. 12 Tagen von hellgrün (frisch gelegtes Ei) bis zu schwarzblau. Dieses schwarzblaue Endstadium dauert beim normalen Forleulenei 1, höchstens 2 Tage. Wenn es länger anhält, so kann man in der Praxis sicher annehmen, daß das Ei trichogrammiert ist. Auch an den leeren Eiern kann man stattgehabte Trichogrammierung noch gut erkennen und zwar an den Schlupflöchern, die viel kleiner sind, als die Öffnungen, die die Räupchen durch die Schale nagen (Abb. 566). Außerdem zeigen die leeren Eier charakteristische Färbungsdifferenzen, indem die von Parasiten besetzt gewesenen die schwarze Färbung beibehalten, während die normalen durchscheinend perlmutterfarbig aussehen. Die Zahl der *Trichogramma*-Löcher in einem Ei ist meist viel geringer als die Zahl der im Ei vorhanden gewesenen Wespen, da die später schlüpfenden gewöhnlich die von der ersten Wespe genagte Öffnung als Ausweg benutzen. In 1 Eulenei wurden bis 8 Wespen gezählt.

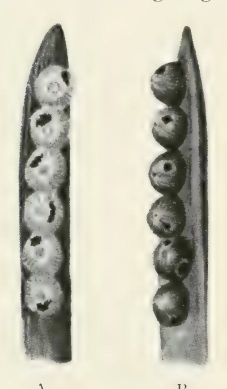


Abb. 566. A Euleneier mit den Schlupföffnungen der Räupchen. B Euleneier mit den kleineren Schlupföffnungen des Eiparasiten *Trichogramma evanescens* Westw. Nach Sachtleben.

Sofort nach dem Schlüpfen findet die Begattung statt. Die Weibchen werden gegebenenfalls mehrfach begattet, die Männchen paaren sich ebenfalls mehrmals. Bei der Paarung hängt das Männchen am Weibchen in charakteristischer Stellung (Abb. 565). Auch Parthenogenese kann auftreten, und zwar stets in der Form der Arhenotokie, d. h. aus den unbefruchteten Eiern entstehen stets Männchen.

Die Lebensdauer von gefütterten *Trichogramma*-Weibchen kann bei Zimmertemperatur und guter Pflege 13—30 Tage betragen (H. Schulze, 1926, Hase, 1925). So leicht die Tiere mechanischen Verletzungen erliegen, so widerstandsfähig sind sie gegen die physikalischen Bedingungen der Umwelt (Hase).

Dem Stechakt geht wie bei allen Schlupfwespen ein längeres Betrillern und Betasten der Eier mit den Fühlern und der Hinterleibsspitze voraus. Darauf wird der Bohrer tief ins Ei versenkt, worin er nach Hase ca. 1—5 Minuten verbleibt. (Wolff gibt als Dauer des ganzen Legeaktes durchschnittlich ca. 15 Minuten an.) Die Einstiche sind nicht immer mit Eiablage gleichbedeutend, sondern es gibt auch viele „Fehlstiche" ohne Eiablage (die die erfolgreichen an Zahl sogar übertreffen können), an denen aber trotzdem die Wirtseier zugrunde gehen. Es scheint, daß die Stiche oft auch Ernährungszwecken dienen (austretende Eiflüssigkeit!).

Das gleiche Wirtsei wird nicht selten von mehreren Weibchen angestochen (ebenso wie es auch von dem gleichen Weibchen mehrmals belegt werden kann). Daher sind die in einem Ei befindlichen Schmarotzer durchaus nicht immer im gleichen Alter bzw. im gleichen Entwicklungsstadium; auch können wir in solchen Fällen nicht immer kurzweg von „Eigeschwistern" reden.

Die Entwicklung ist eine sehr rasche und beträgt bei sommerlicher Temperatur nur 10—14 Tage, bei tieferen Temperaturen kann sie sich jedoch wesentlich verlangsamen (z. B. bei 10° C bis zu 40 Tagen). Es können also unter günstigen Witterungs- und Wirtsverhältnissen eine ganze Anzahl von Generationen in einem Sommer aufeinander folgen.

Was endlich die Fruchtbarkeit von *Trichogramma* betrifft, so gibt H. Schulze als Durchschnittszahl 35,6 Nachkommen pro Weibchen an. Die Höchstzahl der abgelegten Eier fällt stets auf den ersten Tag, an dem das Weibchen mit den Wirtseiern in Berührung kommt (also normalerweise am ersten Lebenstag). Die unbefruchteten Weibchen bringen gewöhnlich noch mehr Eier hervor als die befruchteten, nämlich durchschnittlich 41,6, doch ergeben diese nur Männchen.

Nach dem Gesagten kommt der Trichogramma in der Epidemiologie der Eule jedenfalls eine bedeutende Rolle zu. Da sie sich auch zur künstlichen Massenzucht wie kaum eine zweite Schlupfwespe eignet, so kommt sie eventuell auch für eine biologische Bekämpfung in Betracht. (Vgl. Voelkel, 1925, Hase, 1925 und H. Schulze, 1926.)

***Pteromalus alboannulatus* Rtzb.** (Abb. 567). Ein häufiger Puppenparasit. Sachtleben faßt seine Beobachtungen über die Bionomie folgendermaßen zusammen: „Lebensdauer der ♀ 8 bis 24 (im Mittel 15,8) Tage, der ♂ 3 bis 7 (im Mittel 5) Tage; das Anstechen der Forleulenpuppe erfolgt am dritten bis zwölften Tage nach dem Schlüpfen des *Pt. alboannulatus*-♀; die Entwicklungsdauer vom Ei bis zur Imago beträgt in Zwingerzuchten 25 bis 39 Tage; im Walde dürften wahrscheinlich bei günstiger Temperatur mehrere Generationen auftreten, doch schiebt sich hier eine längere Zwischenperiode, in der sich *Pt. alboannulatus* Ratz. als Larve in der Forleulenpuppe befindet, vom Herbst bis zum Frühjahre ein; die Zahl der aus einer Wirtspuppe schlüpfenden Nachkommen eines ♀ schwankt zwischen 21 und 68; die Zahl der ♂ in seiner Brut ist sehr gering (2 bis 6); Parthenogenese ist bei *Pt. alboannulatus* Ratz. möglich, und zwar entwikkeln sich aus unbefruchteten Eiern nur ♂. — Die Forleule wird im Puppenstadium von *Pt. alboannulatus* Ratz. parasitiert. Im Zwinger lassen sich mehrere Generationen von *Pt. alboannulatus* Ratz. ohne Schwierigkeit in Forleulenpuppen züchten. — Puppen von Lepidopteren, die der gleichen Biocönose wie die Forleule angehören, die mit der Forleulenpuppe gleiche

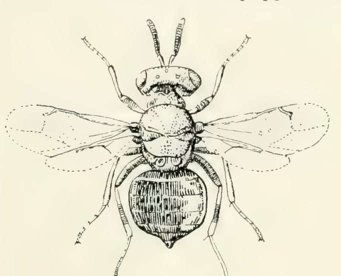


Abb. 567. *Pteromalus alboannulatus* Rtzb.-♀, ein häufiger Parasit der Kieferneulenpuppe. ca. 15×.



Abb. 568. Eine Eulenpuppe mit mehreren Schlupflöchern des Puppenparasiten *Pteromalus alboannulatus* Rtzb. Nach Sachtleben.

Lage in der Bodenbedeckung und ähnliche morphologische Beschaffenheit der Puppe teilen *(Bupalus piniarius* L. und *Sphinx pinastri* L.) werden von *Pt. alboannulatus* Ratz. ohne weiteres parasitiert."

Das Anstechen dauert in der Regel 30—45 Minuten. Die Weibchen sitzen sehr häufig auf den Forleulenpuppen, ohne daß ein Anstechen erfolgt. Oft halten sie sich stundenlang auf den Puppen auf, von Zeit zu Zeit auf diesen umherlaufend und sie mit den Fühlern betastend. Sachtleben hat in Zwingerversuchen festgestellt, daß *Pt. alboannulatus* ohne Schwierigkeit völlig erhärtete, mehrere Monate alte Puppen anzustechen vermag. So wird auch im Walde das Anstechen nicht nur auf die kurze Zeit vom Beginn der Verpuppung der Eule bis zur Erhärtung der Puppe beschränkt sein, wie Wolff vermutete.

Die von *alboannulatus* angestochene Eulenpuppe wird nach wenigen Tagen aktiv unbeweglich, späterhin auch passiv unbeweglich, d. h. die Puppe wird völlig starr und bildet eine einzige Masse, die nicht mehr innerhalb der einzelnen Abschnitte bewegt werden kann. Bei einem Teil der Puppen ziehen sich die Segmente zusammen, so daß die Puppe kürzer wird, bei einem anderen Teil dagegen erscheint die Puppe mehr gestreckt.

Das Schlüpfen des Schmarotzers erfolgt meist nachts. Die Wespen nagen durch die Puppenhaut der Eulenpuppe ein oder mehrere runde Löcher mit schwach ausgerandeten Rändern (Abb. 568). Die Lage dieser Löcher ist sehr verschieden, irgendeine Regelmäßigkeit oder Bevorzugung bestimmter Teile der Eulenpuppe konnte nicht festgestellt werden, ebensowenig steht die Zahl der Löcher in Beziehung zur Zahl der geschlüpften Wespen (Sachtleben, 1927).

Die Tachinen.

***Ernestia (Panzeria) rudis* Fall.** (Abb. 569). Diese Tachine, deren Biologie von Prell (1915) eingehend studiert wurde, ist der wichtigste Parasit der Kieferneule, der bei allen Eulenkalamitäten den übrigen Schmarotzern weit überlegen ist. Man sieht sie denn auch massenweise in den Eulenwäldern schwärmen.

E. rudis ist in ihrer Flugzeit und einfachen Generation dem Jahreslauf der Eule vollkommen angepaßt. Wie aber aus ihrer Häufigkeit auch in anderen Wäldern hervorgeht, ist sie jedenfalls nicht auf die Eule beschränkt, sondern kommt auch in anderen Wirten vor[1]).

E. rudis gehört zu der Pantelschen Fortpflanzungsgruppe 4; d. h. die Weibchen setzen ihre Nachkommen frei auf den Nahrungspflanzen ab und zwar normalerweise als geschlüpfte Maden, welche in der beim Legen napfartig zusammengestauchten Eihülle sitzen (Abb. 570). Werden die unversehrten Eier abgesetzt, so können sich die Maden nicht frei machen und gehen zugrunde.

Die Fliege sucht zur Eiablage solche Nadeln, an welchen Raupen fressen oder auf denen ein feiner Kriechfaden der Eulenraupe ausgespannt ist, wo also die Möglichkeit, einen Wirt zu finden besonders groß ist. Die jungen Lärvchen fallen durch ihre dunkle Färbung auf, die daher rührt, daß die Haut mit großen, schwarzgefärbten Dornen dicht besetzt ist (siehe

[1]) Sie wurde denn auch schon aus *Dendrol. pini* L. und *Taeniocampa stabilis* View. von Eiche gezogen.

Abb. 570a) (ein Schutz der freilebenden Larve gegen Vertrocknen usw.). Im allgemeinen halten sich die in Lauerstellung wartenden Larven ruhig; die kleinste Erschütterung jedoch genügt, um sie aus ihrer scheinbaren Letargie aufzuwecken. Sie fangen nun an, mit ihrem Vorderkörper um sich zu schlagen, kreisförmig sich zu bewegen oder nach vorne und hinten zu pendeln. Rührt die Erschütterung von einer ankommenden Eulenraupe her, so heftet sich die Made mit einem klebrigen Speichelsekret an derselben fest und bohrt sich entweder auf der Stelle ein oder sie wandert auf der Raupe eine Zeitlang umher, um eine geeignete Einbohrstelle zu finden. Das Einbohren selbst dauert verschieden lang; je nach der Einbohrstelle durchschnittlich ca. 15 Minuten.



Abb. 569. *Ernestia (Panzeria) rudis* Fall., der wirksamste Parasit der Kieferneule. ca. 3×.

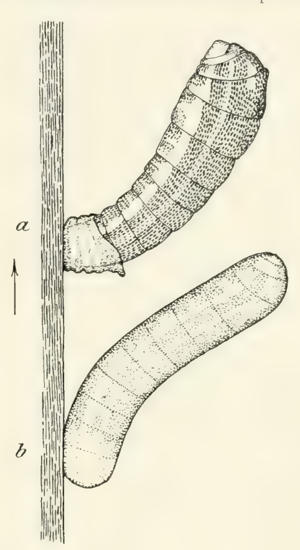


Abb. 570. Frisch abgesetzte Brut von *Ernestia rudis* Fall. *a* Junglarve mit dem zum Becher zusammengestauchten Chorion, *b* unversehrt abgesetztes Ei mit der Larve darin. Pfeil: Bewegungsrichtung der brutabsetzenden Fliege. ca. 65×. Nach Prell.

Die Fruchtbarkeit der Tachine übertrifft die des Wirtes bei weitem. Die entwickelten Eier treten in die Vagina, die dadurch eine immer größere Ausdehnung annimmt und sich schließlich schneckenartig windet, den größten Teil des Hinterleibes des Weibchens ausfüllend (Abb. 571). Die Vagina stellt in diesem Fall also einen Fruchthälter dar.

Die Einbohrstellen der jungen Maden sind an den Eulenraupen meist als dunkelbraune Flecken leicht zu erkennen. In jeder Raupe kann nur 1 Tachinenlarve zur Entwicklung gelangen. Die Tachinenlarve ist in der Regel zur Verpuppungszeit der parasitierten Forleulenraupe ausgewachsen. Die von *E. rudis* parasitierte Forleulenraupe begibt sich meist noch wie eine gesunde Raupe zur Verpuppung in die Bodenstreu und stirbt hier kurz darauf. Die Anfertigung einer Puppenhöhle findet in der

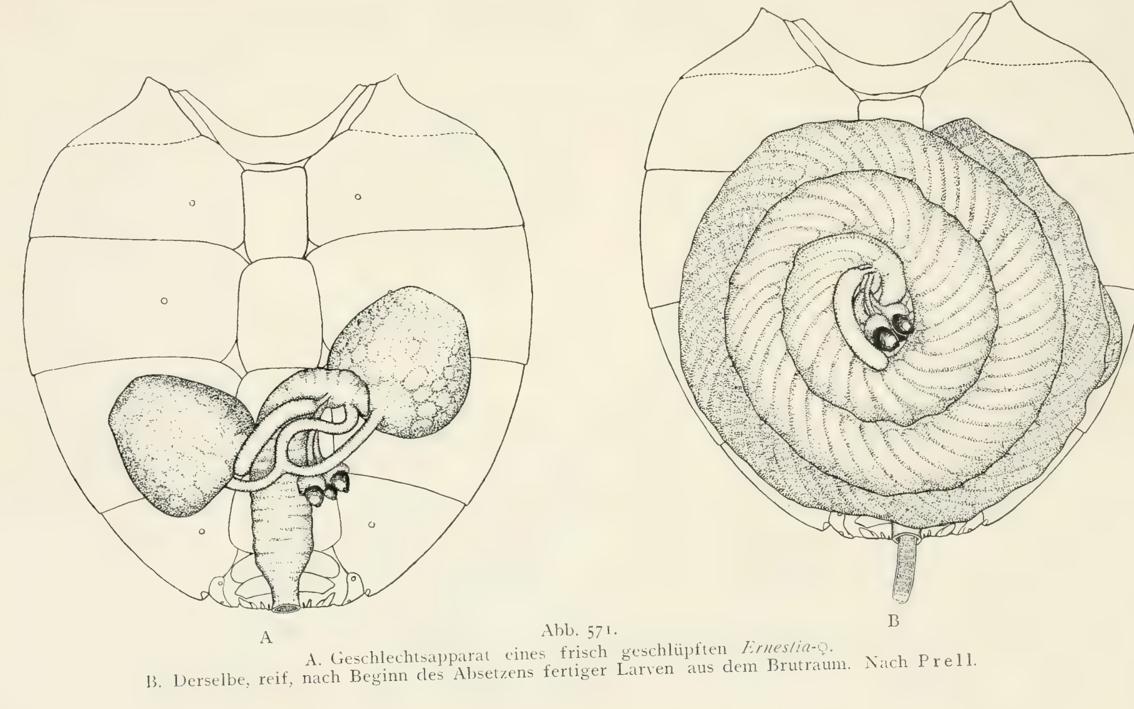


Abb. 571.
A. Geschlechtsapparat eines frisch geschlüpften *Ernestia*-♀.
B. Derselbe, reif, nach Beginn des Absetzens fertiger Larven aus dem Brutraum. Nach Prell.

Regel nicht mehr statt. Die parasitierte Forleulenraupe ist kurz vor dem Tode aufgedunsen und gelbbräunlich gefärbt. Die Zeichnung ist fast ganz verschwunden. Die Tachinenlarve verläßt die tote Eulenraupe und geht in den Boden. Das Ausbohren der Tachinenlarve aus der Forleulenraupe erfolgt am 1., häufig auch erst am 2. Tag nach dem Tode der Eulenraupe.

Die Tönnchen sind in ihrer Größe je nach der Ernährung der Made sehr verschieden. Die normale Länge beträgt ca. 9—10 mm, daneben kommen aber auch größere (bis 10,8) und auch kleinere bis herunter zu 5,2 mm vor. Die Färbung ist anfänglich gelblich, dann gelbrot und wird schließlich rotbraun oder schwarzbraun, die der kleineren heller bis zu rotbraun. Ihre Oberfläche zeigt einen starken Glanz, die Vorderstigmen treten als körnige Höcker stark hervor (Abb. 572).

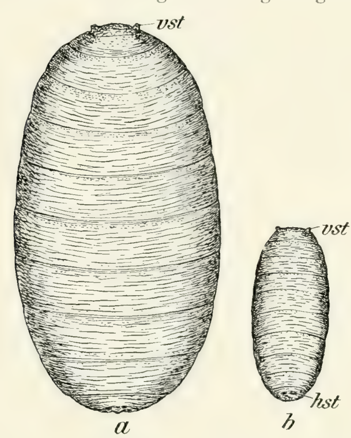


Abb. 572. Tönnchen von *Ernestia rudis*. *a* besonders großes, *b* besonders kleines Exemplar bei gleicher Vergrößerung. *hst* hinteres, *vst* vorderes Stigmenpaar. ca. 6× Nach Prell.



Abb. 573. *Echinomyia magnicornis* Zett. ca. 3×.

In diesen Tönnchen verbringt die anfangs August bereits völlig ausgebildete Tachinenpuppe den Herbst und Winter bis zum nächsten Frühjahr. In ihrer zeitlichen Entwicklung ist somit *Ernestia rudis* Fall. völlig ihrem Wirt, der Forleule, angepaßt. (Nach Prell aus Sachtleben.)

***Echinomyia magnicornis* Zett.**[1]) (Abb. 573). Gehört der gleichen Fortpflanzungsgruppe an, wie die vorige Art, ist also ovovivipar und sehr fruchtbar. Fliegt von Mai bis Oktober. Nach Baer scheinen 2 Generationen vorzukommen. Als biologische Eigentümlichkeit dieser Tachine ist hervorzuheben, daß die Verpuppung (wohl nicht immer?) innerhalb der leeren

[1]) Nach P. Stein (Die verbreitetsten Tachiniden Mitteleuropas, Archiv für Nat. 90. Jhrg., 1924, S. 44) sind die beiden kaum zu unterscheidenden Arten, *magnicornis* Zett. und *fera* Meig. zur Gattung *Echinomyia* Dum. zu stellen, da das Hauptmerkmal, durch welches die beiden Arten getrennt und auf welches die Gattung *Eudora* (*Eudoromyia* Bezzi) gegründet wurde, nämlich das Vorhandensein von Orbitalborsten beim Männchen (von *magnicornis* Zett.), nicht konstant ist. Diese Auffassung wird auch von Dr. Villeneuve (laut brieflicher Mitteilung) geteilt.

Raupenhaut stattfindet. Die hier gefundenen Tönnchen sind ziemlich dünnhäutig und hell gefärbt (Baer).

E. magnicornis ist ziemlich polyphag und wurde schon aus einer ganzen Anzahl Spinner (*Lymantria monacha* L., *L. dispar* L., *Eupr. chrysorrhoea* L. usw.) und Eulen (*Agrotis*-Arten, *Mamestra pisi* L. usw.) gezogen[1]).



Abb. 574. A *Anthrax hottentottus* L., ein Primärparasit der Kieferneule, B *Anthrax morio* L., ein häufiger Hyperparasit von *Ernestia* und *Banchus*. $2^1/_2\times$.

***Anthrax hottentottus* L.** (Abb. 574). Wurde im Tharandter Institut in nicht unbeträchtlicher Zahl als primärer Parasit aus sächsischen *Panolis*-Puppen gezogen (Baer).

Außer den hier genannten Dipteren wurde noch eine Reihe anderer Tachinen gezogen, wie *Phryxe vulgaris* Fall., *Winthemia amoena* Meig., *Sturmia bimaculata* Htg., *Gonia fasciata* Meig. usw. (siehe Baer, 1921, S. 182, und Sachtleben, 1929, S. 70), die aber bis jetzt nirgends eine größere Bedeutung erlangt haben.

Hyperparasiten.

Die genannten Primärparasiten werden nicht selten von Hyperparasiten heimgesucht und so in ihrer Wirkung oft stark beeinträchtigt. Nennt doch Baer (1925, S. 28) deren 15 und Sachtleben gar deren 32 Arten, unter denen folgende genannt seien: *Mesochorus brevipetiolatus* Rtzb., *Astiphromma scutellatum* Grav. und *strenuum* Holmg. *Angilia tenuipes* Thoms., *Tylocomnus scaber* Grav., *Cryptus dianae* Grav., verschiedene *Hemiteles*-Arten, 6 *Phygadeuon*-Arten, *Microcyptus basiconus* Grav., *abdominator* Grav. und *brachypterus* Grav., mehrere *Plectocryptus*-Arten, *Ichneumon nigritarius* Grav. und *piccator* Thunb., *Meteorus albiditarsis* Curt. und die Dipteren *Anthrax morio* L. (Abb. 574 B) und *maurus* L.



Abb. 575. Tachinentönnchen mit Schlupflöchern von Hyperparasiten.

Die meisten Hyperparasiten wurden aus den beiden wichtigsten Primärparasiten der Eule, *Banchus femoralis* Thoms. und *Ernestia rudis* Fall., gezogen. Vielfach werden die beiden von den gleichen Hyperparasiten befallen. So wurde die Fliege *Anthrax morio* L. sowohl aus *Banchus*-Kokons

[1]) Über die Stellung der *Echinomyia fera* L. zu *magnicornis* Zett. siehe Sachtleben (1927, 476—478).

als auch aus *Ernestia*-Tönnchen gezogen; das gleiche gilt für die Schlupfwespen *Hemiteles castaneus* Taschb. und *Plectocryptus arrogans* Grav. (welch letzterer auch als Primärparasit bei der Eule vorkommt) und vielen anderen. Die *Phygadeuon*-Arten sind wohl mehr Parasiten von *Ernestia*, während *Cryptus dianae* Grav. und *spinosus* Grav. vorwiegend aus *Banchus* gezogen wurden[1]).

Krankheiten.

Sowohl die Raupen als auch die Puppen der Eule werden von verschiedenen Krankheiten befallen, von denen noch nicht näher untersuchte Bakterienkrankheiten und 2 Mykosen die Hauptrolle spielen.

Daneben tritt auch die Polyederkrankheit bei der Kieferneulenraupe auf. Doch scheint sie im Gegensatz zu den Angaben Wolffs bei dieser Art keine allzu große Rolle zu spielen. So berichtet Zwölfer, daß er unter ca. 500 aus verschiedenen mittelfränkischen und oberpfälzischen Forstämtern stammenden, an Krankheiten zugrunde gegangenen Raupenkadavern, die einzeln untersucht wurden, nur bei 2 Stück das Vorliegen einer Polyederkrankheit mit Sicherheit feststellen konnte. Demgegenüber trat diese Krankheit in seinen Zuchten etwas stärker auf, ohne aber auch hier im Gegensatz zu Bakteriosen epidemische Formen anzunehmen.

Bakterien-Krankheiten.

Bei den meisten großen Eulengradationen tritt im Eruptionsjahr eine Seuche unter den Raupen auf, deren äußere Symptome zwar denen der Polyederkrankheit ähneln, bei denen aber keine Polyeder im Blut festzustellen sind. Wir fassen sie vorläufig als Bakteriosen auf. Die Raupen verfärben sich und werden freßunlustig; im vorgeschrittenen Stadium hängen sie massenweise nur mit einem Paar Afterfüße am Stamm oder an den Zweigen fest, während ihre beiden Hälften schlaff herabhängen. Ihr Inhalt besteht aus einer milchkaffeeartig jauchigen Flüssigkeit. Die meisten Raupen gehen vor der Verpuppung zugrunde.

Eine sehr lebendige Schilderung des Verlaufs einer derartigen Bakteriose gibt von Kessel (1924): „Bis zum 18. Juli," heißt es da, „spannen die Eulen sich noch am Faden zur Erde. Am 19. Juli wurde im Südteil beobachtet, wie sich die Eulen zu Tausenden oder noch zahlreicher an einzelnen, besonders nach Süden gelegenen Randstämmen sammelten. Sie krochen die Stämme matt und langsam etwa 5—8 m in die Höhe, und zwar bis zu der Stelle, wo die Borke in die Spiegelrinde übergeht. Dort blieben sie wie schwärmende Bienen sitzen. Oft konnte man an solchen Stämmen die Rinde nicht mehr sehen. Auf der Spiegelrinde oben aber waren auch mit einem Zeißglase nur ganz wenige Eulen zu entdecken. Diese Erscheinung breitete sich von diesem Tage an innerhalb von 8—10 Tagen über das ganze Revier aus, zuerst im Südteil, wo der Fraß auch etwa 14 Tage eher begonnen hatte. Sichtbar wurden die Raupen Stunde für Stunde kränker. In Beständen, die Förster Kuhnert oder ich am Vormittag untersucht hatten, waren am Nachmittag die Bilder schon oft ganz andere, und die Eulen inzwischen schon wieder viel kränker geworden. Das Ende der Raupen ging so vor sich, daß die Raupen in

---

[1]) Fuchs bezeichnet *Cryptus dianae* Grav. als Eulenschmarotzer im mittelfränkischen Fraßgebiet 1902; Habermehl zog ihn sowohl als „primären Parasiten" aus der Eule, als auch als „sekundären Parasiten" aus *Banchus femoralis* Thoms., Sachtleben (1927) zog ihn als Primärparasiten aus Eulenpuppen.

ihrer großen Mehrzahl das Innere der Bestände verließen, sich an der Sonnenseite der Bestände sammelten, und dort, in dem Bestreben, wieder auf die Bäume heraufzukriechen, an deren Fuß nach Millionen zählende, wimmelnde, ekelhafte Haufen bildeten. Die wenigen Exemplare, denen es gelang, wieder an einen Stamm heranzukommen, waren so matt, daß sie sich bei der kleinsten Berührung gegenseitig herunterrissen. Bei den Bäumen, bei denen eine Beobachtung der Krone möglich war (Förster Kuhnert hat mehrere Stämme in 80jährigem Bestande erklettert), konnte festgestellt werden, daß die Raupen, denen es schließlich gelungen war, bis zu den Nadeln zu gelangen, den Fraß nicht mehr aufnahmen, sondern matt in den grünen Nadeln hingen. Nach wenigen Stunden oder Tagen waren sie tot, wie von innen heraus verfault. Bei den zum Glück im ganzen ja nicht sehr stark befallenen Schonungen konnte man beobachten, wie die Raupen sich im Bestreben, immer höher heraufzukommen, in Mengen auf der obersten Spitze sammelten, so daß diese sich infolge des Gewichts manchmal bog; dort hingen sie, ohne zu fressen, in den grünen Nadeln und starben bald in der geschilderten Weise ab."

Bei Berwig (1926) finden sich eine Reihe von Angaben aus früheren Zeiten, die auf die Beendigung der Kalamität durch Ausbruch derartiger Krankheiten schließen lassen. Wenn von „Ruhr" gesprochen wird oder wenn berichtet wird, daß die Raupen „in eine jauchige Masse verwandelt wurden", oder daß sie „braun und schwarz werden und am Gipfel und Zweigstücken in 3—4 Tagen verenden", oder, daß „Schlaffsucht eingetreten sei und dabei auch Wipfeln beobachtet werden konnte" usw., so deuten diese Angaben zweifellos auf Bakterienkrankheiten hin.

Mykosen.

Bei der Eule sind hauptsächlich 2 Pilzkrankheiten zu erwähnen, von denen die eine die Raupe, die andere die Puppe befällt.

Die **Raupenmykose,** die durch den Pilz *Empusa aulicae* Reich. hervorgerufen wird, ist wohl die häufigste bei Eulengradationen zu beobachtende Krankheit, die sehr oft die Beendigung der Kalamität bedeutet. Der Pilz sowie die Krankheitserscheinungen sind zum erstenmal von Bail beschrieben und sodann von v. Tubeuf (1893) ausführlich dargestellt. (Siehe auch Band I dieses Werkes S. 262.) Die keimende Spore sendet durch die Haut des Tieres einen Schlauch in das Tierinnere hinein. Hier wuchert der Pilz durch das Tier hindurch, alle Weichteile desselben aufzehrend. Die befallenen Raupen, die zuerst eine mißfarbig blaßgrüne Färbung und ein aufgedunsenes Aussehen zeigen, hören zu fressen auf und sterben ab, wobei sie meist mit den hinteren Beinpaaren an den Kiefernnadeln festgeklammert sind, die verschiedensten Stellungen einnehmend, mit erhobenem Vorderkörper, oder gerade gestreckt usw. (Abb. 576). Auf der ganzen Körperoberfläche erheben sich in dichtem Rasen Conidienträger, so daß die Raupe wie von einem gelbgrünen Mehl eingestäubt erscheint. Die Unterlage zeigt ebenfalls in der Nähe der verendeten Raupen eine feine Mehlbestäubung, die von den abgeschleuderten Conidien herrührt. Ist der Staub durch Regen von der Raupe abgewaschen, so erscheint diese schwarzbraun, seltener gelblich mit dunkleren Streifen. Die Raupen sind brüchig wie Holundermark. Die abgestorbenen Raupen trocknen an den Zweigen und Nadeln gewöhnlich fest an, so daß sie dort oft noch mehrere Monate nach dem Fraßende nachzuweisen sind. Sehr häufig findet man größere Ansammlungen von *Empusa*-Mumien an den Wipfeln. Außer an den Zweigen findet man auch am Boden ausgestreckte verpilzte, einge-

trocknete Raupen, d. s. solche, die bei Beginn der Erkrankung vom Baum gefallen waren und nicht mehr hochkommen konnten.

Die Überwinterung der *Empusa* geschieht durch Dauersporen und zwar Azygosporen, die sich in den Raupen-Kadavern im Boden oder auf den Zweigen entwickeln. Durch sie werden im folgenden Jahr die jungen Raupen infiziert.

Die wirtschaftliche Bedeutung der *Empusa*-Mykose ist sehr groß; wird doch sehr häufig durch sie allein eine plötzliche Krisis



Abb. 576. Fichtenwipfel (Unterholz), bedeckt mit zahlreichen *Empusa*-kranken Forleulenraupen.

der Gradation herbeigeführt. Es sind eine ganze Anzahl solcher Fälle in der Literatur verzeichnet (siehe von Tubeuf, 1893 und Berwig, 1925) und auch bei der jüngsten bayerischen Kalamität wurde stellenweise der Zusammenbruch durch *Empusa* herbeigeführt. Andererseits sind auch Fälle bekannt, in denen die *Empusa*-Mykose erst im zweiten Jahr zur vollen Wirkung gelangte, z. B. in Grafenwöhr, wo, trotzdem der Pilz im Jahre 1891 eine allgemeine Erkrankung verursachte, noch so viele Puppen gesund ins Jahr 1892 kamen, daß abermals heftigster Fraß eintrat, der erst im

Sommer 1892 durch den Pilz völlig beendet wurde. (von Tubeuf, 1893 b) [1]).

Die **Puppenmykose** wird durch den zu den Fungi imperfecti gehörenden Pilz *Isaria farinosa* Fries. verursacht (siehe Lakon im I. Band dieses Werkes S. 281 ff.). Eingehende Angaben über das Auftreten dieses Pilzes bei Eulengradationen finden sich bei Wolff-Krauße (1925). Die Infektion findet meist um die Zeit der Verwandlung der Raupe in die Puppe statt (ausnahmsweise werden abgebaumte Raupen noch vor der Verpuppung durch den Pilz abgetötet). Die frischinfizierten Puppen (etwa im August) unterscheiden sich von den normalen dadurch, daß sie eine eigentümliche, runzelige und auch meist hellfarbigere Haut haben als gesunde und sich natürlich auch nicht mehr bewegen. Es kann um diese Zeit auch schon das erste Hindurchbrechen der Pilzhyphen nach außen erfolgt sein (Abb. 579 A).



Abb. 577. Von *Empusa aulicae* befallene Kieferneulenraupen, die tot an den Nadeln hängen. Nach Wolff und Krauße.

Im Innern sind die Puppen von einer gelblich weißen, holundermarkartigen Masse erfüllt. Später werden sie in sklerotienartige Körper verwandelt, aus denen die Fruchtträger (Coremien) des Pilzes herauswachsen (Abb. 579 B). Wenn man im November die Streudecke abhebt, findet man nicht selten aus jeder Puppe einen Pilz hervorwuchern, „gleichsam das Bild einer mit weißen Blumen übersäten Wiese darbietend". Die „weißen Blumen" werden von den phantastisch verzweigten, nicht selten mehrere Zentimeter langen Fruchtträgern dargestellt, die auf einem scheinbar nur aus Hyphenmasse bestehenden Körper aufsitzen. In diesem Zustand werden die Puppen von den mit Probesammeln beschäftigten Personen leicht übersehen bzw. nicht als solche erkannt.

Die *Isaria*-Infektion kann bei entsprechend günstiger Witterung eine große Verbreitung erlangen. Doch kann die Ausbreitung durch zeitig einsetzende, sehr strenge und langandauernde Winter schwer gehemmt werden. Wolff-Krauße nehmen an, daß durch den Frost im Boden die zahllosen tierischen Organismen, die sonst wohl zum größten Teil die Verbreitung der Sporen von Puppe zu Puppe besorgen, in Erstarrung geraten, wodurch der Hauptverbreitungsfaktor ausgeschaltet wird.

[1]) Auch bei der jetzigen mittelfränkischen Kalamität sind an vielen Orten trotz der allenthalben aufgetretenen *Empusa*-Erkrankungen noch zahlreiche Raupen in den Boden gegangen und haben da gesunde Puppen ergeben.

Räuberische Tiere.

Gegenüber den Parasiten und Krankheiten treten die räuberischen Tiere in ihrer Krisen-Wirkung beträchtlich in den Hintergrund. Sie wirken zwar, oft sogar recht augenfällig, an der Vernichtung der Eule mit, doch sie allein würden wohl schwerlich mit einer großen Eulengradation fertig werden, während die erstgenannten Faktoren auch ohne Mithilfe der Räuber die Krisis der Epidemie herbeiführen können. Der Grund für die schwächere Wirkung der Räuber liegt in dem Mißverhältnis der Vermehrungsziffer des Schädlings zu der des Feindes, worauf ja oben schon mehrfach hingewiesen wurde. Lokal (horstweise) allerdings können von einzelnen Räubern größere Wirkungen, ja sogar Vollwirkungen erzielt werden (Ameisen), doch im allgemeinen können wir in den Räubern nur vorbeugende Faktoren sehen.

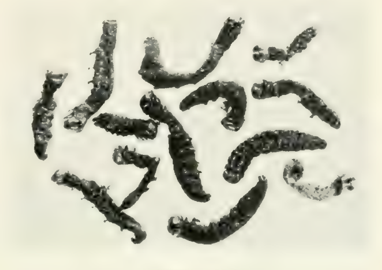
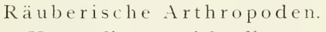
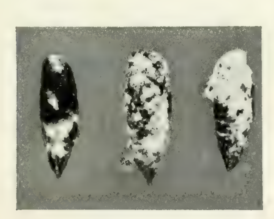


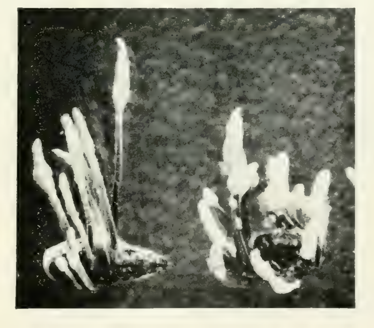
Abb. 578. Von *Empusa aulicae* Reich. getötete Kieferneulenraupen.



Räuberische Arthropoden.

Unter diesen spielt die rote Waldameise (*Formica rufa* L.) die Hauptrolle. Sie ist imstande, selbst bei heftigsten Gradationen ihre Umgebung gesund zu erhalten, wie die grünen „Ameisenhorste" im Kahlfraßmeer beweisen, die besonders deutlich da hervortreten, wo die kahlgefressenen Bestände abgeholzt wurden und jene als kleine grüne Gehölze auf den weiten Kahlflächen stehengeblieben sind (Abb. 580). Berwig schreibt darüber bei Eid-





A B

Abb. 579: Von *Isaria farinosa* Fries befallene Kieferneulenpuppen (A), mit herausgewachsenen Fruchtträgern (B).

mann, 1927): „Als ich im Frühjahr 1925, also nach dem schlimmsten Fraßjahr, nach der Oberförsterei Griesel (Neumark) kam, bot sich mir überall ein Bild der Verwüstung. In der ganzen Oberförsterei von 7000 ha war fast überall Kahlfraß. Grün waren nur noch die jungen Schonungen und als grüne Inseln in diesem toten Wald sah man gewissermaßen als einzigen

Lichtblick nur hie und da kleine Flächen, die durch Ameisen nicht nur gerettet, sondern restlos grün geblieben waren. Jetzt nach Beendigung des Hiebes, der eine halbe Million fm Holz ergab und zu einer Kahlfläche von 2000 ha und einer stark gelichteten von weiteren 1000 ha führte, ist man dankbar für diese „Ameisenhorste", die meist isoliert in weiten Kahl- und Lichtungsflächen liegen."

„Zwar bedeutet die gerettete Fläche nur einen Tropfen auf den heißen Stein gegenüber der großen verwüsteten Fläche, aber diese durch die Ameisen erhaltenen Bestände haben den Vorzug, daß sie meist vollkommen unversehrt sind, ihre Gipfeltriebe noch haben und gesunde lange Benadelung im Gegensatz zu allen übrigen Beständen, die man nur mit sehr vieler Mühe



Abb. 580. „Ameisenhorst" auf einer großen Kahlfläche. Nach Eidmann (phot. Berwig).

retten konnte, die jahrelang im Wuchs zurückbleiben werden und deren Höhenwuchs abgeschlossen ist." „Ameisenhaufen, die nicht in mehr oder minder großem Umkreis den Bestand gerettet haben, gibt es nicht."

Auch bei der eben beendeten und teils noch im Gang befindlichen Eulenkalamität in Bayern sind die Beziehungen zwischen Ameisenhaufen und grünen Inseln mit völlig unversehrten Kronen so konstant und auffällig, daß sie niemandem entgehen konnten.

Daß tatsächlich die Ameisen durch ununterbrochenes Töten frisch geschlüpfter Falter und Einholen der Raupen die Bäume in der Umgebung ihrer Nester raupenfrei halten, und daß nicht etwa irgendwelche andere Beziehungen unbekannter Art zwischen den Ameiseninseln und den Ameisen

bestehen, dürfte nach den zahlreichen Beobachtungen und Untersuchungen Eidmanns, Meyers und Wellensteins[1]) keinem Zweifel mehr unterliegen (siehe auch Escherich, 1925 S. 15). Meyer beobachtete in Heideck an einem Maivormittag bei etwa 20° C Ameisen (*Formica rufa* L.), die in der Hauptsache Eulenfalter oder Teile von solchen zu ihren Haufen schleppten, der etwa 1,50 m Durchmesser und ¹/₂ m Höhe hatte. In einem Achtel der Peripherie wurden in einer halben Stunde gezählt: 1 Leib mit Kopf, 8 Leiber ohne Kopf, 5 Köpfe und 1 Flügel mit Kopf, zusammen 9 Falter. Daraus würde sich die Stundenmenge, die die Bewohner des Haufens zusammenbringen, auf 150 Falter berechnen lassen. Oft konnte Meyer späterhin auch interessante Beobachtungen über Kämpfe zwischen Eulenraupen und Ameisen machen. Er sah Raupen, die mehrere tote fest in die Raupenhaut verbissene Ameisen mit sich herumschleppten. Wenn sich die Ameise an einem Körperteil der Raupe festbeißt, den diese mit ihren Mandibeln erreichen kann, so gerät die Ameise in große Gefahr: sie verliert ein Glied nach dem andern und wird oft getötet. Die ermattete Raupe fällt aber letzten Endes der Übermacht doch zum Opfer, namentlich wenn es einer Ameise gelingt, die Raupe an einer Stelle zu fassen, die für die Mundwerkzeuge unerreichbar ist. (Meyer, 1931.)

Nächst den Ameisen ist der Puppenräuber (*Calosoma sycophanta* L.) zu nennen, der bei Eulengradationen oft zahlreich auftritt. Altum (Z. 55) zählt unter seinen Lieblingsraupen auch die Eulenraupen auf, und bei Berwig (1926) finden wir mehrfach Angaben über die nützliche Rolle der Sycophanten. Auch bei der letzten mittelfränkischen Katastrophe konnte man zahlreiche Calosomen zwischen den massenhaft an den Stämmen auf und ab laufenden hungerigen Eulenraupen herumjagen sehen, um bald da und dort einen fetten Bissen herauszuholen. Übrigens ergeben sich die Raupen durchaus nicht ohne weiteres in ihr Schicksal, sondern sie suchen durch erregtes Hin- und Herschlagen des Vorderkörpers ihren Feind abzuwehren, was ihnen auch nicht selten gelingt. Wie gierig die Calosomen auf die Eulenraupen sind, geht aus einer Schilderung Pfeils hervor, wonach „ein Puppenräuber mit der Raupe von *Noctua piniperda* herabgestürzt sei, die Raupe gewürgt, verlassen, den Stamm wieder erklettert habe, wieder mit einer solchen herabgefallen sei und dieses Spiel 10—15mal eiligst nacheinander wiederholt habe“ (Altum, S. 55).

Neben den kletternden Calosomen, die als Imagines und als Larven den Raupen auf den Bäumen nachstellen, machen zahlreiche andere (nicht kletternde) Caraben und Cicindelen Jagd auf die herabgefallenen Raupen. Ebenso verzehren Staphylinen und andere räuberische Käfer gelegentlich Eulenraupen oder Puppen. So beteiligen sich zweifellos die zahlreichen Coccinelliden (*Halyzia, Anatis*), die bei der letzten mittelfränkischen Kalamität oft in großer Zahl zu sehen waren, an der Vertilgung der Eule. Eine beträchtliche Bedeutung bei der Vertilgung der Puppen kommt nach freundlicher Mitteilung von Herrn Oberregierungsrat Fuchs (Bayreuth) den *Helops*-Larven (Tenebrioniden, siehe Bd. II. 205) zu. Genannter Gewährsmann hat häufig eine *Helops*-Larve in einer frischen Eulenpuppe steckend gefunden. In welcher Zahl die *Helops*-Larven vorkommen können,

---

[1]) Wellensteins überaus gründliche Untersuchungen werden demnächst veröffentlicht werden.

zeigt ein Befund aus dem Forstamt Forchheim, wonach auf 408 qm 330 Larven gefunden wurden. In Berücksichtigung der Größe der *Helops*-Larven dürfen wir wohl annehmen, daß jede Larve eine ganze Anzahl von Eulenpuppen ausfrißt; dann ist ohne weiteres klar, daß bei den genannten Zahlen die *Helops*-Larven einen nicht zu unterschätzenden Vernichtungsfaktor darstellen[1]).

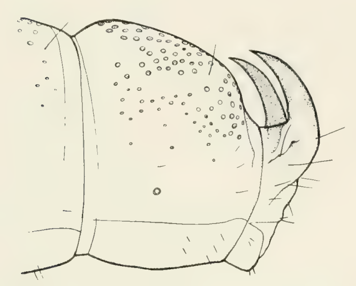


Abb. 581. Hinterende einer *Helops*-Larve.

Ratzeburg nennt auch noch Scolopender als eifrigen Puppenvertilger; neuere Beobachtungen hierüber liegen nicht vor. Auch Wanzen (Ratzeburg [F. 175] führt *Cimex (Mesocerus) marginatus* L. und *Pentatoma rufipes* L. an, und Wolff-Krauße nennen *Troilus luridus* F.) wurden des öfteren beim Anstechen von Eulenraupen beobachtet.

Von Fliegen werden *Laphria gilva* L. und *Leptis scolopacea* L. als Eulenfeinde erwähnt (Sedlaczek), und von Hymenopteren *Vespa crabro* L. (Köppen) und *Ammophila sabulosa* L. (Sedlaczek, Ritzema-Bos, Eidmann, 1930). Die letztere, die Sandwespe, trat bei der mittelfränkischen Kalamität an manchen Orten ungemein häufig auf. Allenthalben sah man dort die langbeinigen Wespen, unter sich eine Raupe, viel länger als sie selbst, tragend, mit großer Geschwindigkeit dahinjagen — von der Ferne mußte man glauben, die Wespen fuhren auf eiligen Schlitten dahin —, um ihr Nest aufzusuchen und mit der Beute in dessen Eingangsöffnung zu verschwinden. In großer Zahl konnte man solche Nesteingänge besonders an den sandigen Wegrändern finden; „öffnete man ein solches Nest, so gelangte man durch einen wenige Zentimeter langen, schräg abwärts führenden Gang in eine kleine Kammer, in der man regelmäßig eine Eulenraupe fand, die durch den Stich der Wespe gelähmt, fast zu einem Kreisbogen zusammengekrümmt, regungslos hier lag. Das große langgestreckte Ei der Sandwespe war auf der Seite, etwa in der Mitte des Raupenkörpers angeklebt (Abb. 582). Die aus dem Ei herauskommende Sandwespenlarve frißt die gelähmte Eulenraupe bei lebendigem Leibe auf, um sich dann in der Nesthöhle zu verpuppen" (Eidmann, 1930).



Abb. 582. Eulenraupe mit dem Ei der Sandwespe belegt. Nach Eidmann.

---

[1]) Schon Redtenbacher (Fauna austr. II. S. 125) vermutet, daß die *Helops* Jagd auf andere Insekten machen; er stand aber mit dieser Meinung bis jetzt ziemlich vereinzelt da. Eine eingehende Untersuchung der epidemiologischen Bedeutung der *Helops*-Larven ist sehr erwünscht. Die Larven sind durch starke, aufwärts gerichtete Haken ausgezeichnet (Abb. 581).

Daß auch Spinnen an der Vertilgung der Eulenraupen beteiligt sind, wird in der Literatur mehrfach erwähnt (Sedlaczek, 1915, Wolff-Krauße, 1925). Auch bei der gegenwärtigen bayrischen Kalamität wurde von verschiedenen Praktikern das häufige Auftreten von Spinnen erwähnt; doch wissen wir noch gar nichts über die Rolle, die sie als Krisenfaktor spielen[1]).

Vögel.

Über die Beteiligung der Vogelwelt an der Eulenvernichtung stellt mir A. v. Vietinghoff[2]) folgende Schilderung zur Verfügung:

Alle Entwicklungsstadien der Forleule wirken reizausübend auf die Fraßlust der Vögel des Biotops ein. So ist die Zahl der eulenvertilgenden Vögel sehr groß. — Die unsichtbarste und doch wichtigste Rolle fällt der endemischen Vogelwelt in der Ausübung der Prophylaxe zu. An ihr beteiligen sich fast sämtliche Vögel, deren Nahrung ganz oder teilweise aus Insekten besteht. Wahrscheinlich bilden nur Schwarzspecht und Waldbaumläufer eine Ausnahme. Die Wirkung der Prophylaxe läßt sich experimentell kaum nachweisen, sie wird aber jedem klar, der je beobachtet hat, wie schnell jeder Infektionsherd im Walde von den umherstreifenden Vögeln aufgesucht wird und wie gründlich er gereinigt wird. Meisen, besonders Hauben- und Tannenmeisen, sind die konstanten Träger der prophylaktischen Wirkung, ebenso Buchfink und Eichelhäher.

Tritt eine plötzliche Übervermehrung der Forleule lokal begrenzt auf, so ändert sich das Bild. Jetzt tritt die saugende, assoziationsbildende Wirkung der Nahrungsfülle in Erscheinung, welche allen Beobachtern der Eruption aufgefallen ist. Ein Teil der insektenfressenden Vogelwelt des Biotops konzentriert sich: Haubenmeisen, Tannenmeisen, Kohlmeisen, Goldhähnchen, Buchfinken, Große Buntspechte durchstreifen das Gebiet, Eichelhäher[3]) halten sich in ihm mit Vorliebe auf. Fast immer ist die scheue Misteldrossel zu sehen. Die artlich zahlreicheren, quantitativ dagegen kaum wirkungsvoll werdenden sporadischen Bewohner des Kiefernwaldes wie Singdrossel, Amsel, Grauer- und Trauerfliegenschnäpper, Fitis- und Weidenlaubvogel, Dorn- und Klappergrasmücke, Haus- und Gartenrotschwanz, Heidelerche, Baumpieper, Steinschmätzer zeigen dagegen kaum eine Änderung ihrer normalen biologischen Gewohnheiten. Nur die letzten drei Vogelarten, deren Aufenthaltsorte seltener der geschlossene Kiefernwald als große Heideflächen und räumdige Stellen bilden, zeigen eine Tendenz zum Ortswechsel. Goldammern scheinen nach Untersuchungen ganz auf animalische Nahrung — die Forleule — überzugehen.

In anderen Vogelarten — vornehmlich den sozialen — tritt dagegen eine wesentliche „Störung", ein Umschlagen aller Gewohnheiten, ein. Die dem geschlossenen Kiefernwald wesensfremden Stare fallen in ungeheuren Massen in den befallenen Beständen ein. Besonders nach der ersten und zweiten Brut waren diese Massen oft unübersehbar. Sie übernachteten sogar

---

[1]) Eine eingehende Untersuchung der Rolle der Spinnen im Wald wäre sehr erwünscht.

[2]) Siehe auch v. Vietinghoff, 1925b u. c.

[3]) Bei der letzten bayerischen Kalamität konnte man allenthalben im Boden massenhaft Suchlöcher, herrührend hauptsächlich vom Eichelhäher und der Drossel, sehen; oft erschien der Boden siebartig durchlöchert.

am Befallsherd. — Weindrosseln werden von ihren normalen Zugwegen abgelenkt und nähren sich im Frühjahr wochenlang von Eulenraupen. Dohlen, Nebelkrähen (bzw. Rabenkrähe oder deren Bastarde), sogar Kraniche und Bergfinken beteiligten sich in Scharen oder truppweise an der Vertilgung. Nur der Fraß des Kiefernspanners und des Eichenwicklers bringt in Mitteleuropa ähnliche Bilder großer Vogelkonzentrationen, hervorgerufen durch Nahrungsfülle, nur die Heuschreckeninvasionen im Süden zaubern noch grandiosere Bilder hervor.

An ökologisch geeigneten Stellen wird die Puppe der Forleule von Auerwild[1]), Birkwild, Großem Brachvogel, Ringeltaube, Mandelkrähe und Wiedehopf, die Raupe von Elster, Pirol und wahrscheinlich noch anderen Bewohnern der artenreicheren Peripherie vertilgt.

Es ist selbstverständlich, daß auch die Parasiten — nicht aber *Calosoma* — von allen Vertilgern der Forleule mitgefressen werden. Fliegenschnäpper und Laubvögel scheinen Parasiten direkt zu bevorzugen. Die Tönnchen der Tachinen werden von scharrenden Vögeln natürlich ebenso aufgenommen wie die Eulenpuppen (s. dagegen die Anmerkung).

Zusammenfassend läßt sich sagen:

1. Im Stadium der Eruption kann die Vogelwelt auf großer zusammenhängender Fläche als Faktor im Kampf gegen die Forleule nicht in Betracht gezogen werden.

2. Die prophylaktische Mitwirkung der Vogelwelt muß anerkannt werden, obgleich sie sich mathematisch nicht nachweisen läßt.

3. Die Bedeutung der Vogelwelt bei kleinen Gradationen ist um so größer als
   a) die Parasitenwirkung verspätet eintreten würde.
   b) die Vertilgung restlos erfolgen kann.
   c) der Forstmann durch das lebhafte Treiben der Vögel auf die Gefahr aufmerksam gemacht wird.
   d) (auch auf größeren Flächen) durch Nachlese, etwa nach dem Ausbruch von *Empusa*, die sich noch verpuppenden gesunden Raupen vertilgt werden.

Säugetiere.

Von den Säugetieren ist in erster Linie das Wildschwein (*Sus scrofa* L.) zu nennen, das bei seinem Erdmahl massenweise die Eulenpuppen verzehrt, und zwar nicht nur die oberflächlichen, sondern auch die tiefer gelegenen. Das Verschwinden des Wildschweins bedeutet, wie schon bei den anderen Schädlingen betont, zweifellos eine Begünstigung der Eulengradation. Berwig (1926) berichtet, daß beim letzten Eulenfraß in Norddeutschland „die verpönten Schwarzkittel dort, wo sie die neuzeitliche Kultur wegen des Wildschadens noch nicht ausgerottet hat, hervorragendes geleistet“ haben. Ähnliche Bemerkungen finden sich auch sonst noch häufig in der forstlichen Eulenliteratur.

[1]) Daß auch das Auerwild lokal sehr günstig wirken kann, konnten wir bei der letzten bayerischen Kalamität im Forstamt Erlangen-West feststellen, wo große Scharrplätze und -straßen zu sehen waren; in ihnen waren die Eulenpuppen zum großen Teil verschwunden, während auffallenderweise und im Gegensatz zu der obigen Darstellung v. Vietinghoffs die Tachinen-Tönnchen noch zahlreich vorhanden waren.

Ähnlich wie das Schwarzwild macht sich der Dachs stellenweise durch Puppenvertilgung oft recht nützlich. Endlich werden auch Spitzmäuse, Igel, Waldmäuse und Fuchs als Eulenvertilger genannt. Bei der letzten bayerischen Kalamität wurden die Mäuse mehrfach als starke Puppenvertilger gerühmt.

Beispiel einer Analyse der Hauptvernichtungsfaktoren während eines Krisenjahres.

Das folgende der Zwölferschen Eulenarbeit entnommene Beispiel veranschaulicht den Wirkungsgrad jener Umweltseinflüsse, die das Schicksal einer Kieferneulengeneration während des Eruptionsjahres einer Kalamität bestimmten und zeigt gleichzeitig eine der Anwendungsmöglichkeiten der Populationsgleichung bei quantitativen Massenwechseluntersuchungen:

An Hand von Meyers Beobachtungen läßt sich eine Vorstellung von der Wirkungsgröße derjenigen Widerstandskomponenten gewinnen, die während der Eulengeneration 1930 im mittelfränkischen Fraßgebiet lokal in Erscheinung getreten sind. Die Daten beziehen sich auf einen näher untersuchten Stangenholzbestand des Forstamts Heideck, der schon während der Generation 1929 stark befressen worden war und 1930 nicht der Arsenbekämpfung unterlag.

Im März 1930 wurden hier durchschnittlich 174 Puppen auf 5 qm gefunden. Die Ausgangspopulationsdichte war mithin 34,8 Puppen je qm; demnach $P_1 = 34,8$. Insgesamt gingen rund 50% dieser Puppen an Parasitierung (Schlupfwespen) und Verjauchung (Bakteriosen?) und Mykosen zugrunde, was einer Widerstandskomponente $w_1 = 50$ entspricht.

Die in der Folgezeit von einem Weibchen dieser Eulengeneration durchschnittlich abgelegte Eizahl betrug 130. Nach früheren Erörterungen ist dies bei der Kieferneule gleichbedeutend mit einer Reduktion der idealen Eizahl von 31%; mithin $w_2 = 31$.

2,6% der in diesem Bestand abgelegten Eier wurden parasitiert *(Trichogramma)*. 7,6% gingen hier während der Entwicklung wahrscheinlich infolge abiotischer Einflüsse zugrunde. Weitere 5,6% der ständig kontrollierten Eier verschwanden spurlos. Vermutlich sind die letzteren der räuberischen Tätigkeit von Vögeln und von Feinden aus dem Insektenreich zum Opfer gefallen. Diese entspricht im ganzen einer Widerstandskomponente $w_3 = 2,6 + 7,4 + 5,6 = 15,6$.

Im Junglarvenstadium wurden nach Meyers Ermittlungen im Stangenholz rund 20% des vorhandenen Raupenbestandes vernichtet, wohl größtenteils infolge abiotischer Einwirkungen. Demnach $w_4 = 20$.

Im Altlarvenstadium wurde auf Grund äußerer Merkmale der Raupen eine Tachinierung von rund 55% festgestellt. Die durch Krankheiten (Bakteriosen, Empusa und vielleicht auch direkte klimatische Einflüsse) verursachte Verminderung des Altraupenbestandes läßt sich nur schätzungsweise ermitteln. Ein Vergleich der auf einer Kotfangfläche in dieser Abteilung sich ansammelnden Raupenkadaver mit den bei Probezählungen ursprünglich in der Krone festgestellten Raupenzahlen, führt — wie das von Zwölfer genauer erläutert wird — auf ca. 35% durch Krankheiten vernichteter Altraupen. Durch Tachinierung und Krankheiten zusammen

wären demnach 55% + 35% = 90% des Altraupenbestandes ausgemerzt worden. Mithin ergibt sich ein weiterer Widerstandswert $w_5 = 90$."

Noch schwieriger gestaltet sich die Schätzung der in diesem kahlgefressenen Bestand durch Hunger zugrunde gegangenen Raupenmengen. Vorausgesetzt, daß sie derjenigen Zahl entspricht, die aus dem untersuchten Bestand in benachbarte Schläge abzuwandern versuchte, und hierbei in die allseitig angelegten Fanggräben geriet, wäre dieser Anteil schätzungsweise mit 98% des Restes der Altraupen zu veranschlagen, wie das Zwölfer im einzelnen nachzuweisen versucht. Es würde dies einer durch Nahrungsmangel bedingten Widerstandskomponente $w_3 = 98$ entsprechen.

Im vorstehenden ist nur die Wirkung der hauptsächlichen Einzelwiderstände berücksichtigt, denen gegenüber Umwelteinflüsse von epidemiologisch untergeordneter Bedeutung kaum ins Gewicht fallen, wie beispielsweise jene, die durch die Tätigkeit der Puppenräuber, Grabwespen, Vögel usw. bedingt sind. Da bei der Kieferneule die Wirkung der wichtigsten Hymenopteren-Parasiten sich bekanntlich erst während des folgenden Puppenstadiums äußert, welches in die gegebene Analyse nicht mehr mit einbezogen werden konnte, so mußte auch die durch diese späterhin verursachte Verminderung gesunder Puppen unberücksichtigt bleiben.

Wenn diese Überlegungen zutreffen und die wesentlichen Widerstandskomponenten richtig erfaßt bzw. geschätzt worden sind, müssen nach früheren Erörterungen die gefundenen Werte in die Populationsgleichung eingesetzt eine Endpopulationsdichte ergeben, die mit der zu Ende der aktiven Lebensperiode dieser Generation an Ort und Stelle ermittelten übereinstimmt. Über letztere teilt Meyer mit, daß im fraglichen Bestand Anfang Juli auf 10 qm 8 verpuppungsreife Raupen und 6 Puppen gefunden wurden. Mithin ist dort die beobachtete Endpopulationsdichte 1,4 Individuen pro qm gewesen.

Zur rechnerischen Ermittlung der Endpopulationsdichte P_x mit Hilfe der Populationsgleichung stehen nach obigem folgende Werte zur Verfügung:

$P_1 = 34{,}8;\ w_1 = 50;\ w_2 = 31;\ w_3 = 15{,}6;\ w_4 = 20;\ w_5 = 90;\ w_6 = 98.$

Ferner sind zu berücksichtigen die absolute Eizahl der Kieferneule mit e = 190 und das Geschlechterverhältnis m: f = 1 : 1, somit m + f = 2; f = 1. Hieraus folgt für P_x:

$$P_x = \frac{34{,}8 \cdot 190 \cdot 1}{2} \cdot \left(1 - \frac{50}{100}\right)\left(1 - \frac{31}{100}\right)\left(1 - \frac{15{,}6}{100}\right)\left(1 - \frac{20}{100}\right)\left(1 - \frac{90}{100}\right)\left(1 - \frac{98}{100}\right)$$

$$= 17{,}4 \cdot 190 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}69 \cdot 0{,}844 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}02$$

$$= 1{,}540.$$

„Die weitgehende Übereinstimmung des errechneten Wertes für die Endpopulationsdichte von rund 1,5 Individuen je qm mit der beobachteten von 1,4 Individuen je qm bestätigt die Richtigkeit der obigen Analyse und zeigt gleichzeitig, daß die Wirkungsgröße der Hauptwiderstandskomponenten gut erfaßt bzw. zuverlässig geschätzt worden ist."

Geschichte und forstliche Bedeutung der Eulengradationen.

Wer im August 1924 von Berlin aus ostwärts fuhr, wird die trostlosen Waldbilder, die sich stundenlang auf beiden Seiten der Bahnlinie darboten, nicht vergessen können. Soweit das Auge reichte, kahlgefressene Kiefern,

deren Kronen nur noch als nacktes, jeglichen Grün entbehrendes dunkles Astwerk gegen den Himmel starrten: Eulenwald!

In bisher noch nicht gekannter Ausdehnung war der deutsche Kiefernwald von einem Schädling, der Eule, zerzaust und vernichtet. Wurden doch während der letzten Fraßperiode (1922—24) in den norddeutschen Kieferngebieten nicht weniger als ca. 500000 ha befallen, davon 170000 ha kahlgefressen (Lemmel). Der Mittelpunkt des Hauptfraßgebietes lag in der Neumark, dem Regierungsbezirk Frankfurt a. Oder, von dessen 43 Staatsoberförstereien 39 betroffen und stark mitgenommen wurden. Es schlossen sich im Osten an die Grenzmark, angrenzende Teile von Hinterpommern, im



Karte 9. Übersicht über das Eulenfraßgebiet in Norddeutschland, Sommer 1924.

Süden Niederschlesien bis weit südlich Sagan und Sprottau, im Westen der nördliche Teil des Regierungsbezirkes Potsdam bis etwa zum Meridian von Berlin. Außer diesem Hauptgebiet trat die Eule in denselben Jahren noch im südlichen Ostpreußen (Masuren), in der Johannisburger Heide (die schon 1912/14 von dem gleichen Schädling befallen war) und endlich in Pommern im Dreieck Alt-Damm und Stargard, Gollnow und (links der Oder) in der Ukermünder Heide auf (König, 1925) (Karte 9).

Sachtleben (1927 und 29) gibt eine detaillierte Übersicht über die einzelnen Fraßorte mit Angaben über die Ausdehnung des Kahlfraßes bzw. Totfraßes in denselben, über den zeitlichen Verlauf usw. Wir entnehmen dieser Zusammenstellung, daß in den preußischen Staatsforsten etwa

20000 ha (bei einem Befall von 200000 ha) abgetrieben werden mußten. Der Gesamteinschlag in Staats- und Privatwald infolge Eulenfraß wurde auf 12 Millionen fm Derbholz (mit einer Nutzholzausbeute von ca. 8 Millionen fm) geschätzt.

Aus diesen Ziffern geht hervor, daß die Eule in Deutschland zu einem der gefährlichsten Forstschädlinge und zum schlimmsten Kiefernschädling überhaupt geworden ist. War doch die genannte Eulenkalamität die größte Insektenkatastrophe, von der Deutschlands Waldungen je heimgesucht wurden.

Es gab auch in früheren Zeiten zahlreiche Eulengradationen in Deutschland. Für den Zeitraum vom 15. bis zum 18. Jahrhundert findet sich eine Übersicht bei J. F. Krebel (1802). Für den Zeitraum von 1725—1892 finden wir historische Angaben über die Eulengradationen und ihren Zusammenbruch bei v. Tubeuf (1893). Für das 19. und 20. Jahrhundert gibt Berwig eine Übersicht über die Eulengradationen in Bayern. Die Orte der Gradationen liegen in der Hauptsache im mittelfränkischen, oberpfälzischen und pfälzischen Kieferngebiet, während es südlich der Donau bis jetzt noch zu keiner zur Eruption gelangten Massenvermehrung gekommen ist. Vielfach wurden die gleichen Forstämter in den verschiedenen Gradationsperioden wiederholt befallen. Für Nord- und Mitteldeutschland finden wir Zusammenstellungen früherer Eulenkalamitäten bei Beck (1909), Wolff-Kraußе (1925) und König (1925), aus denen hervorgeht, daß auch hier die Eulengradationen nicht selten waren. Auch in den Grenzländern traten verschiedentlich Eulenkalamitäten auf, wie in Holland, Polen und vor allem in Böhmen. Eine wohl vollständige Übersicht aller bekannt gewordenen Eulenkalamitäten gibt neuerdings Sachtleben in seiner Monographie.

Im folgenden gebe ich eine Zusammenstellung der Eulenkalamitäten seit Anfang des 18. Jahrhunderts, die ich Herrn Dr. Berwig verdanke (verschiedentlich ergänzt durch Angaben aus Sachtleben).

Übersicht über die Eulengradationen seit 1725.

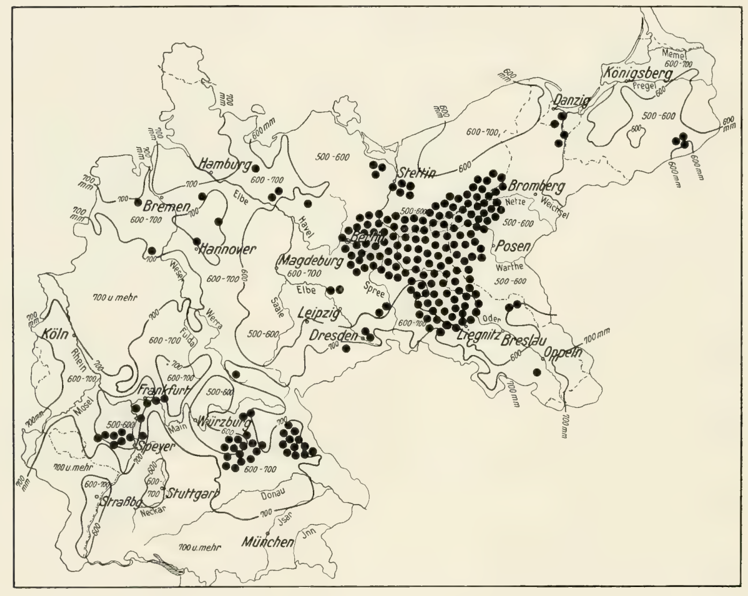
1725	Nürnberger Reichswaldungen, Ansbach und Schwandt.
1760	Nürnberger Reichswaldungen.
1776/77	Brandenburg (Groß-Schönebeck, Rgbz. Potsdam).
1779	Görlitzer Forste (nach König).
1780	In Württemberg (Wolff).
1781	In Vorpommern.
1783	Görlitzer Heide, Mittelfranken (Ansbach, Schwandt, Wendelstein, Raubersried), Oberpfalz (Pyrbaum).
1792	Görlitzer Forsten (König).
1801	Zerbst i. Anhalt (König).
1802	Meininger Unterland (König).
1806/08	Lausitz mit gewaltigen Waldgärtner-Schäden (König).
1807/08	Mittelfranken (Forst, Forsthof, Schwabach, Allersberg, Lichtenhof, Lellenfeld, Triesdorf, Ansbach, Gunzenhausen); wahrscheinlich auch in Holland.
1809/10	Oberpfalz (Amberg, Etzenricht, Teublitz, Weiden).
1809/12	Lausitz mit gewaltigen Waldgärtner-Schäden (König).
1815	Mittelfranken (Dinkelsbühl, Forsthof, Lichtenhof, Feucht, Triesdorf), Ostpreußen (Wolff).
1815/16	Schlochauer Forst (König), Rgbz. Marienwerder.

1817/18 Oberfranken (Pegnitz).
1818/19 Mittelfranken (Schwabach, Erlangen, Forsthof, Lichtenhof, Feucht, Heideck).
1819/22 Bamberg-Ost (Kosbach), Oberfranken.
1820 In der Mark.
1826 Hohenfinower und Tramper Forsten, Oberbarnim.
1827 Mittelfranken (Feucht), Rußland (Kurland, Witebsk).
1827/28 Mittelfranken (Lauf a. Holz), Hannoversches Flachland (König).
1828 Unterfranken (Heigenbrücken), Mittelfranken (Schwabach, Allersberg, Heideck).
1830 Lingen, Rgbz. Osnabrück, Pommern, Mecklenburg, Uckermark, bei Berlin, bei Eberswalde (Wolff).
1836/39 Mittelfranken (Schwabach), Oberfranken und Oberpfalz (Amberg).
1837 Tucheler Heide, Aschaffenburg.
1837/39 Eberswalde, Charlottenburg (Wolff), Mittelfranken (Erlangen, Heroldsberg, Nürnberg-Süd, Nürnberg-Ost, Lauf a. Holz, Fischbach, Feucht, Altdorf, Kadolzburg, Neustadt a. A., Ansbach, Allersberg).
1838/39 Oberpfalz (Pressath, Grafenwöhr, Gmünd, Etzenricht, Vilseck, Weiden, Pyrbaum), Mittelfranken (Herrenhütte, Behringersdorf, Dinkelsbühl).
1842 Rußland (Neugut, Tauerkaln, Seegen, Baldohn, Kijew).
1843/44/45 Holland (Gelderland und Utrecht, 985 ha kahl).
1844/45 Mittelfranken (Lellenfeld und Dinkelsbühl).
1845 Schleißheim bei München (unbedeutend, nur Prodromalstadium), Cloppenburg i. Oldenburg.
1845/46 Schelitz in Oberschlesien (König).
1846 Oberpfalz (Pyrbaum, Pegnitz).
1847 Mittelfranken (Lichtenhof).
1850/52 Katholisch-Hammer und Trachenberg i. N.-Schles. (König), Marienwerder.
1852 Rußland (Twer).
1857/59 Mark und Provinz Sachsen (großer Eulenfraß). Dresdener Heide (König).
1859 Hessen. Unterfranken.
1862 Seyda.
1863/64 Oberpfalz (Grafenwöhr, Weiden, Etzenricht, Vilseck). Schlesien (König).
1864/65 Eberswalde (Wolff).
1866/69 Zirke, östlich Schwerin, Westpreußen, Masuren, Tucheler Heide, Johannisburger Heide, Grondowken, Nikolaiken (König), Weichselmünde, Rußland (Grodno), Rhein-Main-Ebene.
1867 Hessen (Main-Rhein-Ebene).
1869 Oberpfalz (Neumarkt, Nittenau, Bodenwöhr, Amberg). Mittelfranken (Nürnberg-Ost, Nürnberg-Süd, Fischbach, Herrenhütte, Petersgmünd, Schwabach).
1874 Mittelfranken (Feucht, Schwabach). Oberpfalz (Neumarkt).
1882/84 Vorpommern, Bez. Frankfurt a. d. Oder, Niederschlesien (Primkenau), Oberpfalz (Grafenwöhr und Wernberg), Mecklenburg, Hoyerswerda (Wolff).
1887 Niederschlesien (Bunzlau, Sprottau, Malmitz Primkenau) (Wolff).
1888/89 Mecklenburg (Ludwigslust), Oberfranken (Bamberg-Ost, Kosbach, Zentbechhofen, Forchheim), Saßnitz.
1889 Oberpfalz (Bodenwöhr), Mittelfranken (Heideck, Triesdorf, Kadolzburg, Lellenfeld, Altdorf, Feucht, Lauf a. Holz, Behringersdorf, Herrenhütte), Pfalz (Edenkoben), Holland (Gelderland und Utrecht).
1890 Nordwest-Galizien (Wolff).

1890/92 Oberpfalz (Grafenwöhr, Vilseck, Wernberg, Freudenberg, Kirchenthumbach), Oberfranken.

1894/95 Pfalz (Homburg, Landstuhl), Unterfranken (Großostheim u. Aschaffenburg), Rhein-Main-Ebene.

1900/1902 Mittelfranken (Heideck, Petersgmünd, Allersberg, Kadolzburg, Engeltal, Erlangen, Nürnberg-Ost, Nürnberg-Süd, Schwabach), Oberfranken (Lauf a. Holz, Kosbach), Pfalz (Kaiserslautern-Ost), Oberpfalz (Amberg, Pyrbaum, Etzenricht), Holland (Gelderland und Utrecht).



Karte 10. Gradationskarte der Kieferneule: Schadgebiete und Jahresniederschläge.

1903 Hannover.

1912/13/14 Dresdener Heide, Masuren (Johannisburger Heide), Westpreußen, Posen, Mittelfranken (Heideck, Allersberg, Altdorf, Behringersdorf, Lellenfeld, Nürnberg-Ost, Schwabach, Triesdorf, Kadolzburg, Feucht, Petersgmünd, Erlangen-Ost, Nürnberg-Süd, Ipsheim, Gunzenhausen, Heilsbronn, Herrenhütte), Unterfranken (Wasserlos), Oberpfalz (Neumarkt, Bodenwöhr), Altdamm, Gollnow, Stargard, nahe Stettin, Riga, Nordböhmen (Wolechna).

1918/19 Putten in Holland.

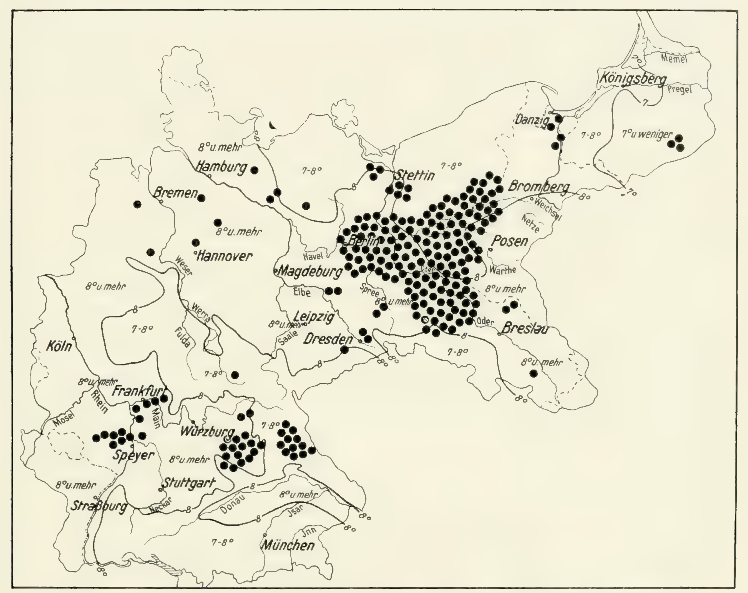
1919/20 Pfalz (Speyer, Haßloch, Frankenstein, Ramsen, Kaiserslautern-Ost, Landstuhl-Nord, Hohenecken, Hochspeyer), Mittelfranken (Ansbach, Kadolzburg, Altdorf, Behringersdorf, Feucht, Herrenhütte, Nürnberg-Ost), Schleißheim bei München (nur schwaches Prodromalstadium), Oberpfalz (Wernberg, Amberg, Etzenricht, Pressath, Kirchenthumbach, Vilseck, Weiden, Grafenwöhr, Neumarkt, Pfreimd, Waldsassen,

Arzberg), Baden (Schwetzinger Haardt 1000 ha), Forstamt Wiesloch (Walldorf und Offersheim), Mannheim (Stadtwald), Hessen (Viernheim).

1921—1924 Die große norddeutsche Kalamität (s. oben S. 729).

1928—1931 Die große bayerische Kalamität (Mittelfranken, Oberpfalz und Oberfranken).

Keine der hier genannten früheren Kalamitäten hat auch nur annähernd die enorme Ausdehnung erlangt wie die letzte große norddeutsche Gradation



Karte 11. Gradationskarte der Kieferneule: Schadgebiete und Isothermen.

von 1921/24. „Selbst der große 58er Fraß blieb doch auf die Mark und Provinz Sachsen beschränkt und griff nicht auf Schlesien über, das wiederum seine eigenen Massenvermehrungen anfangs der 50er und 60er Jahre hatte. Auch der vorletzte masurische Fraß 1912/14 blieb auf die Johannisburger Heide und einige weitere masurische Reviere beschränkt, während der übrige ostdeutsche Kiefernwald in diesen Jahren wenig oder gar nichts zu spüren hatte" (König, 1925). Wenn daher Ratzeburg (F. S. 175) mit Pfeil sagt, daß „die Eule sich mehr als die meisten anderen Raupenarten zusammendrängt", so hat die jüngste norddeutsche Riesengradation gezeigt, daß dieser Satz heute keine Gültigkeit mehr hat, ja wir können denselben geradezu ins Gegenteil verkehren und sagen, daß der Eulenfraß in seiner Ausdehnung nahezu unbeschränkt erscheint.

Die **forstliche Bedeutung** ist also gegen frühere Zeiten wesentlich anders zu werten, d. h. wir müssen in der Eule heute, wie wir oben

bereits betonten, die schlimmste Gefahr von Seiten der Insekten für unsere Kiefernwälder erblicken. Es besteht wohl kein Zweifel, daß die Art der Forstwirtschaft im vorigen Jahrhundert, die zur Schaffung ausgedehnter zusammenhängender, gleichaltriger Kiefernplantagen geführt hat, wesentlich zur Steigerung des Gefahrsmoments beigetragen hat. Gewiß waren auch in früheren Zeiten weite Strecken, besonders in Norddeutschland, fast ausschließlich mit Kiefern bestockt, jedoch zeigten diese früheren Kiefernwälder infolge fortwährender Bestandsunterbrechungen, starker Mischung der Altersklassen und großer Räumigkeit, einen ganz anderen Habitus, wie sich jeder durch Einblick in alte Karten überzeugen kann. Diese Form der früheren Kiefernwälder wirkte zweifellos ähnlich entwicklungshemmend auf die Eule wie die Mischwälder (vergl. auch von Vietinghoff, 1925).

Die Bekämpfung.

Feststellung der Befallsstärke (Virulenz).

Bei der Untersuchung der Gradationsvirulenz ist das Schwergewicht auf die **Feststellung der Zahl der gesunden Puppen im Winterlager** zu legen. Nach den Erfahrungen bei den letzten großen Kalamitäten hat sich ergeben, daß das bisher übliche Verfahren (ringförmiges Absuchen des Stammtellers in 1 m Umfang) durchaus ungenaue und gerade hinsichtlich der Feststellung des Gesundheitszustandes wesentlich zu günstige Resultate ergab, insofern, als die Puppenzahl pro Stamm nach außen allmählich abnimmt, während gleichzeitig das Erkrankungsprozent ganz wesentlich sinkt. (Hilf-Wittich, 1924.) Es empfiehlt sich daher, um Durchschnittswerte zu erhalten, Probestreifen von 5×1 (oder $^1/_2$) m zwischen zwei nicht über 6 m entfernten Stämmen, abzusuchen (Abb. 583).

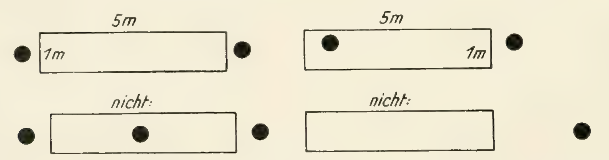


Abb. 583. Lage der „Probestreifen" (5×1 m) zu den Stämmen (oben richtig, unten falsch). Nach Wolff-Krauße.

In jedem zur Sammlung bestimmten Bestande werden je nach dem gewünschten Genauigkeitsgrade verschieden viele, im Durchschnitt etwa 4 solcher rechteckiger Probestreifen derart in die verschiedenen Bestandsteile gelegt, daß nach Möglichkeit alle Bestandes- und Standortsverschiedenheiten, die auf die Verteilung des Schädlings einen Einfluß ausgeübt haben können (Verschiedenheiten in der Bodendecke, Bestandsalter usw.) berücksichtigt werden (Hilf-Wittich, 1924).

Auch in vertikaler Richtung läßt sich eine ähnliche Differenzierung zwischen der Lagerung von gesunden und kranken Puppen feststellen, indem die erkrankten Individuen in starkem Maße in der oberen Bodenschicht sich befinden. Ein zu flaches Absuchen wird also das gleiche fehlerhafte Bild des Gesundheitszustandes geben wie die alte Methode der tellerförmigen

Probesammlung. Hierbei ist vor allem zu beachten, daß die Tachinentönnchen in der Mehrzahl in den höheren Schichten liegen, so daß ein zu oberflächliches Suchen ein fehlerhaftes Verhältnis von Tachine und Eule ergibt.

Das Puppensuchen kann zur ersten Orientierung im August einsetzen und hat mehrmals zu geschehen, um etwaige fortschreitende Erkrankung (s. o. 720) festzustellen. Wie stark der Rückgang der Puppen sein kann, geht aus den Untersuchungen von Hilf-Wittich (1924b) hervor, wonach im Biesenthaler Revier im Lauf der ersten fünf Wochen die Zahl der Puppen im Jahre 1923 von 14 auf 9, im Jahre 1924 sogar von 1,64 auf 0,39 zurückgegangen ist. Später, im September, trat nochmals eine starke Verminderung ein, indem die Puppenzahl von Ende September bis zum November von 9 auf 2 gesunken ist. Die Verminderung war im Altholz wesentlich stärker als im Stangenholz; im ersteren (hundertjähriger Bestand) sank die Puppenzahl von $^1/_4$ auf $^1/_5$, im zwanzig- bis sechzigjährigen Holz dagegen nur auf $^1/_3$ der ursprünglichen Menge. Auch Schneider (1925) berichtet eine Beobachtung aus Okrilla, wonach die zahlreichen Puppen, die im Herbst festgestellt wurden und zu großer Besorgnis Anlaß gaben, Ende des Winters vollständig verschwunden waren. (Vergl. auch Hausendorff, Wolff-Krauße u. a.) Starke Rückgänge der Puppenzahlen (von August bis November) konnten auch wir bei der letzten bayerischen Kalamität beobachten, und zwar in verschiedenem Maße je nach der Beschaffenheit der Bodendecke.

Jedenfalls brauchen uns hohe Puppenzahlen frühzeitiger Puppensammlungen nicht allzusehr zu erschrecken, da aus den obigen Erfahrungen hervorgeht, daß eine Probesammlung um so weniger Anspruch auf Genauigkeit (der Voraussage) erheben kann, je früher sie durchgeführt wird. Ferner wissen wir heute, daß die im fortgeschrittenen Stadium einer Fraßperiode gefundenen Puppenzahlen prognostisch wesentlich günstiger zu beurteilen sind als die zu Beginn einer Massenvermehrung gefundenen; und allgemein, daß es gänzlich verfehlt wäre etwa bestimmte Puppenzahlen für alle Verhältnisse als Grenze der Gefahrenzone angeben zu wollen. Vor allem müssen die zu einer bestimmten Zeit festgestellten Puppenzahlen in Vergleich gesetzt werden mit den entsprechenden Zahlen des Vorjahres: Sind sie durchschnittlich kleiner geworden gegenüber dem Vorjahre oder sind sie im Durchschnitt angestiegen? Erst nach Beantwortung dieser Frage kann eine einigermaßen sichere Prognose gestellt werden. So wird z. B. die Puppenzahl 4 pro qm nichts Beunruhigendes bedeuten, wenn im Vorjahr die betreffende Zahl viel höher, etwa 12, war, dagegen zu ernster Sorge führen müssen, wenn im Vorjahr der durchschnittliche Puppenbelag nur 0,5 oder 1 betrug. Zur raschen Orientierung empfiehlt es sich, die jeweils gefundenen Puppenzahlen — je nachdem sie gegenüber dem Vorjahr größer oder kleiner geworden sind, mit dem mathematischen Symbol „kleiner als" oder „größer als" zu versehen, also z. B. $12 > 4$ oder $1 < 4$, oder als Bruch zu schreiben, also $\frac{4}{12}$ bzw. $\frac{4}{1}$.

Natürlich muß der Gesundheitszustand (Verjauchung, Verpilzung, Parasitenbefall) mit in die Rechnung eingestellt werden; ich verweise in dieser Beziehung auf das beim Spanner Gesagte (S. 549).

Im einzelnen Fall lassen sich mit Hilfe der Zwölferschen Populationsgleichung (vgl. S. 658) rasch ungefähre Anhaltspunkte für die Höhe der für einen Bestand jeweils kritischen Puppenzahl finden. „Nach den Er-

fahrungen der letzten Kalamität in Mittelfranken, hat in etwa 30jährigem Stangenholz auf mittleren Bonitäten ein Belag von rund 500 Altraupen Kahlfraß zur Folge. Wird die ideale Eizahl der Eule mit 190 angesetzt, ihr Geschlechterverhältnis mit 1:1, und rechnet man ferner unter für die Kieferneule günstigen Witterungsverhältnissen mit einer Eireduktion von 20% und einer Junglarvensterblichkeit von ebenfalls 20%, dann läßt sich auf Grund der Populationsgleichung der Ansatz aufstellen:

$$500 = \frac{P_1 \cdot 190}{2} \left(1 - \frac{20}{100}\right) \left(1 - \frac{20}{100}\right)$$

worin nach früheren Erörterungen P_1 die Ausgangspopulationsdichte, also im vorliegenden Fall die Zahl gesunder Puppen je Stamm zu Beginn der Generation vorstellt. Aus obiger Gleichung folgt für P_1:

$$P_1 = \frac{2 \cdot 500}{190 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}8} = \text{ca. } \frac{100}{12} = \text{ca. } 8{,}4$$

Bei 100%igem Kronenschluß und rund 2 qm Schirmfläche würde dies einem durchschnittlichen Puppenbelag von rund 4 je qm gleichkommen, der in diesem Fall als kritische Puppenzahl anzusehen wäre. Dabei muß berücksichtigt werden, daß die Wirkung der Witterungslage in der obigen Gleichung vorausgeschätzt worden ist. Fällt die Witterung für die Eule etwas ungünstiger aus, als angenommen wurde, dann würde sich eine entsprechend höhere kritische Puppenzahl ergeben. Ferner führt ein Kronenschluß, der kleiner ist als der im Beispiel angenommene (von 100%) auf kleinere kritische Puppenzahlen. Für das Krisenjahr einer Kalamität im besonderen muß die Eireduktion erheblich höher angesetzt werden infolge schlechter Ernährungsverhältnisse, „innerer Erschöpfung" usw. (s. Sachtleben 1927). Doch fehlen einstweilen noch genauere Unterlagen über die Höhe, welche die Eireduktion in diesem Sonderfall erreicht.

In entsprechender Weise läßt sich auch für Althölzer die kritische Puppenzahl schätzungsweise bestimmen, wobei jedoch in Rechnung zu stellen wäre, daß bei einem ca. 80jährigen Bestand erst ein Altraupenbesatz von 4—5000 Stück je Krone zum Kahlfraß führt und die Junglarvensterblichkeit nach Meyers Untersuchungen selbst bei einer für die Eule günstigen Wetterlage hier erheblich höher ist (40—50%)."

Neben dem Puppensammeln ist natürlich der Falterflug (Zeitpunkt, Stärke usw.) genau zu beobachten, ebenso Zahl und Gesundheitszustand der Eier und Raupen. Das Bild kann sich, wie wir oben mehrfach gehört haben, rasch ändern, wodurch unsere Entschlüsse bezüglich Ergreifung oder Unterlassung kostspieliger Bekämpfungsmaßnahmen wesentlich beeinflußt werden können.

Vorbeugende Maßnahmen.

Als vorbeugende Maßnahmen kommen alle jene in Betracht, die auf die Erziehung möglichst gesunder, widerstandsfähiger Wälder hinzielen, also vor allem Mischung der Holzarten und damit natürliche Anreicherung der Fauna, ferner weitgehendste Schonung und eventuell auch künstliche Vermehrung der tierischen Feinde der Eule (Vogelschutz, Ameisenvermehrung). Wenn auch bei der letzten Riesenkalamität vielfach auch Mischwälder, die in dem Gradationsgebiet gelegen waren, zum Opfer fielen, so finden wir doch überall in der Literatur über frühere Kalamitäten Be-

richte, aus denen die größere Widerstandsfähigkeit der Mischwaldungen deutlich hervorgeht. Jedenfalls ist dringend zu raten, daß der durch die Eulendurchforstung freigewordene Raum, wenn irgend möglich, ausgiebig zu Laubholzunterbau benützt wird. (Allers, 1924.)

Früher wurde gründlichste Streuentnahme zur Vorbeugung empfohlen. So wurde bei einer früheren bayerischen Kalamität von Braza (1900) zu einer systematischen Streunutzung in eulengefährdeten Revieren geraten, da man beobachtet hatte, daß Tausende von Hektaren berechten Privatwaldes grün geblieben waren, während die benachbarten, unberechten Waldungen kahlgefressen wurden. Diese Beobachtung ist oft und zu verschiedenen Zeiten gemacht worden. Anderseits liegen aber auch zahlreiche gegenteilige Beobachtungen vor, wonach auch die stärkste Streunutzung das Auftreten der Eule nicht verhindern konnte. (Berwig, 1925, S. 324.)

Ja, Ratzeburg gibt sogar an, daß nach seinen Erfahrungen die Eule am meisten Stangenhölzer auf einem dürftigen, durch Streurechen entkräfteten Boden liebt. Aus den verschiedenartigen Angaben in der Literatur geht jedenfalls so viel hervor, daß Verallgemeinerungen hier nicht angebracht sind. Vor allem wäre es verfehlt, solche ohne Berücksichtigung des Untergrundes (Durchlässigkeit!) zu machen (s. oben S. 668 ff.).

Vertilgung der Eier.

Eine Vertilgung der Eier könnte höchstens auf dem Wege der Zufuhr bzw. Vermehrung der Eiparasiten ermöglicht werden. Das, was wir oben über *Trichogramma* gehört haben, läßt die Hoffnung nicht ganz unberechtigt erscheinen, daß durch künstliche Verbreitung dieses winzigen Parasiten die Eruption abgeschwächt werden kann. Das Aussetzen von *Trichogramma evanescens* Westw. in entsprechenden Mengen muß sich nach dem jeweiligen Beginn der Eiablage der Forleule richten. Die günstigste Zeit wäre in der Regel Mitte bis Ende April, bei später Eiablage der Forleule auch noch bis Mitte Mai.

Vertilgung der Puppen.

Wie beim Spanner, so richtete sich auch bei der Eule bis vor kurzem die Bekämpfung in der Hauptsache gegen das Puppenstadium.

Vermehrung von Parasiten. — Wie man gegen das Eistadium evtl. *Trichogramma* einsetzen könnte, so könnte auch das Aussetzen des Puppenparasiten *Pteromalus alboannulatus* Rtzb. zur Vernichtung der Eulenpuppen in Erwägung gezogen werden. Dieses müßte frühenstens von „Ende Juli an erfolgen, d. h. nach der Verpuppung aller Forleulenraupen. Da vermutlich bei günstiger Temperatur vor der in der Forleulenpuppe überwinternden Generation wenigstens noch eine Generation von *Pt. alboannulatus* Rtzb. zustande kommt, würde gegebenenfalls bereits Mitte Juli begonnen werden können.“

„Im Gegensatz zum pantophagen *Trichogramma evanescens* Westw. ist *Pteromalus alboannulatus* Rtzb. ein polyphager Parasit, der auf wenige, der Biocönose des Kiefernwaldes angehörende Wirte angewiesen zu sein scheint. Der Nachteil, der sich hieraus für die künstliche Züchtung ergibt, wird durch den Vorteil aufgewogen, daß beim Aussetzen von *Pt. alboannulatus* Rtzb. der Parasit sich auf die Forleulenpuppe und die Puppen einiger anderer forstschädlicher Lepidopteren, wie *Bupalus piniarius* L. und *Sphinx pinastri* L., beschränken wird“ (Sachtleben, 1927).

Schweineeintrieb. — Auch bei der Eule hat man immer wieder durch Schweineeintrieb die Puppenzahl zu vermindern gesucht. Bei der Eule liegen die Verhältnisse besonders günstig, da durch die frühzeitige Verpuppung ein langer Zeitraum zum Eintrieb zur Verfügung steht. Die Behauptung, daß durch Schweine in der Hauptsache die parasitierten, meist oberflächlich gelegenen Eulenpuppen vernichtet werden, während die gesunden, tieferliegenden verschont bleiben, bedarf erst noch eingehender Untersuchungen. Aus der Praxis liegen jedenfalls verschiedene günstige Urteile über die Wirkung des Schweineeintriebs bei Eulengradationen vor (s. Neumeister, 1915).

Hühnereintrieb. — Auch Hühnereintrieb wurde verschiedentlich versucht. Wo ein hoher Bodenüberzug vorhanden ist, der die Tiere am Scharren hindert, blieb ein Erfolg aus (Berwig, 1925). In anderen Fällen dagegen war eine Wirkung nicht zu verkennen. So blieben nach Sedlaczek (1913) beim böhmischen Eulenfraß die Waldpartien in der Nähe von hühnerreichen Gehöften grün. Natürlich wird dieses Verfahren nur einen sehr beschränkten Wirkungskreis haben, noch weit beschränkter als der Schweineeintrieb.

Bearbeitung der Streu. — Das Streurechen stellte bis vor kurzem das Hauptbekämpfungsmittel gegen die Eule dar. Es kommt ihm auch zweifellos ein hoher Wert als Puppenvertilgungsmittel zu. Die Streu wird am besten in mindestens 1 m hohe, feste Wälle oder Haufen zusammengebracht, wobei besonders darauf zu achten ist, daß die Streu gründlich bis zum mineralischen Boden entfernt wird, damit die Mehrzahl der Puppen in den Wällen bzw. Haufen fest und tief eingeschlossen ist und so die Falter am Auskommen verhindert werden[1]). Wolff-Kraußе (1922) berichten, daß der Falterflug in den so behandelten Orten vollkommen unterblieb und dort, wo diese an unbehandelte Revierteile angrenzten, so scharf abgeschnitten aufhörte, als ob eine unsichtbare, gläserne Wand die beiden Bezirke von einander getrennt hätte. Fast mit den gleichen Worten schilderte mir A. von Vietinghoff eine übereinstimmende Beobachtung, die er 1923 in seinen Eulenwäldern bei Bautzen gemacht habe (s. dagegen die Angaben von E. Meyer, S. 684).

Als beste Zeit für das Zusammenbringen der Streu ist der Herbst zu empfehlen, da ja wegen des frühen Schlüpfens im Frühjahr zu wenig Zeit dafür verbleibt. Die Arbeit geschieht in kleinen Verhältnissen mit eisernen Rechen oder Plaggenhauen, auf größeren Flächen mit Grubbern (Kranoldschen Grubbern) oder Eggen. Nach Beendigung der Gradation ist die Streu aus bodenpfleglichen Gründen wieder auszubreiten[2]). Die Methode des Zusammenbringens und Wiederausbreitens der Streu kostet viel Geld (200 bis 300 RM. je ha); sie ist daher, wo irgend angängig, aus wirtschaftlichen Gründen besser durch die radikale Entfernung und Abgabe der Streu zu ersetzen (s. unten S. 748).

Beim Abziehen der Streu werden trotz aller Gründlichkeit nicht alle Puppen erfaßt werden. Viele — und es sollen dies nach verschiedenen

[1]) Wir haben auch versucht, durch Beigabe von Ätzkalk und anderen Chemikalien die Wirkung des Anhäufelns zu erhöhen, konnten aber keinen Unterschied zwischen den reinen Streuhaufen und den gekalkten erkennen.

[2]) Über die Technik des Streurechens sowie über die Art der Wirkung der Streuhaufen auf die darin eingeschlossenen Puppen ist oben beim Spanner Näheres angegeben (S. 560 ff).

Autoren gerade die gesündesten Puppen sein — werden auf dem Boden oder in den oberflächlichen Schichten desselben verbleiben. Diese werden zum größten Teil zugrunde gehen, indem sie teils vertrocknen, teils den verschiedenen Räubern zum Opfer fallen, vor allem den Vögeln.

Außer der hier geschilderten Streubehandlung wird auch Vollumbruch des Bodens empfohlen, „um die Puppen möglichst tief zu versenken" (Berwig, 1925, S. 323), eine Methode, die nach den Erfolgen bei der Spannerbekämpfung (S. 566) in kleineren begrenzten Orten gute Dienste leisten kann.

Vertilgung der Raupen.

Bei großen Eulenkalamitäten wird man heute letzten Endes stets zu dem Radikalmittel der Vernichtung der Raupen durch Aufstreuen von Giftpulvern greifen. Diese Bekämpfung ist den bisher gebräuchlichen Methoden der Raupenvertilgung so weit überlegen, daß letzteren heute fast nur noch historischer Wert zukommt.

So wird heute kein Praktiker mehr auf dem Wege des Leimens und nachfolgenden Prellens die Eule bekämpfen wollen, obwohl seinerzeit, als in Bayern (1892) und Sachsen (1915) Versuche in dieser Richtung angestellt wurden, diese Methode mangels anderer Mittel als beachtenswert (Abb. 584) gebucht wurde (Nitsche, Neumeister, 1915[1]).



Abb. 584. Eulenraupen, die sich nach dem Prellen unter dem Leimring angesammelt haben. Nach Neumeister.

Nur das Abfangen der aus den kahlgefressenen Beständen nach den Kulturen abwandernden Raupen durch Fanggräben (bzw. durch Pflug-

[1]) In noch früheren Zeiten hat man auch, ohne vorher zu leimen, die Bäume geprellt (in Württemberg hat man um das Jahr 1780 starke Seile um 3—4 nahe beieinanderstehende Bäume gewunden und dann mit großen Hebeln auf das straff gespannte Seil geschlagen). Die so herabgeworfenen Raupen wurden zertreten oder auf Tücher gesammelt und vernichtet. Welch großer Menschenaufwand damals getrieben wurde, geht daraus hervor, daß bei solchen Bekämpfungsaktionen 1000 Mann aufgeboten wurden (Berwig).

furchen) wird heute noch geübt, und zwar, wie auch bei der letzten bayerischen Kalamität wieder zu sehen war, mit bestem Erfolg. Jedoch kann man heute die Kulturen auch ohne Raupengräben durch Bestäuben mit einem Fraß- oder Kontaktgift (mit Handbestäuber) retten.

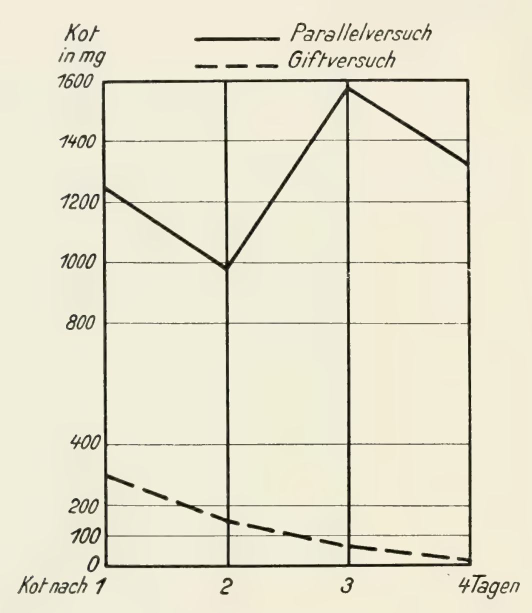


Abb. 585. Arsenwirkung auf Eulenraupen (Vierhäuter). Nach Berwig.

Was die Giftbestäubung zur Eulenbekämpfung im Großen betrifft, so mußten erst die Grundlagen hierfür im Laboratorium geschaffen werden, d. h. es mußte die Wirkung der gebräuchlichen Gifte auf die verschiedenen Stadien der Eulenraupe geprüft werden, da hierüber bisher noch keine genaueren Erfahrungen vorhanden waren. Die notwendigen Vorarbeiten wurden durch Berwig (1931) und durch Weis (1931) im hiesigen Institut ausgeführt.

Berwig studierte die Wirkung der gebräuchlichsten Arsengifte (Esturmit und Meritol) und kam dabei zu folgenden Resultaten:

Die Wirkung von Arsenpräparaten auf Forleulenraupen ist als äußerst günstig anzusehen. Schon eine kleine Giftmenge genügt, um die Fraßtätigkeit stark herabzumindern (Abb. 585), die Raupenentwicklung zum Stillstand zu bringen und nach $^1/_2$—5 Tagen eine zuverlässig abtötende Wirkung zu erzielen. Nach der Vergiftung nimmt nicht nur die Kotmenge an sich sofort ab, sondern es verändert sich auch die Kot-

ballengröße. Die Kotballen von vergifteten Raupen sind wesentlich kleiner und unregelmäßiger geformt als die von gesunden, so daß man schon daran die Vergiftung erkennen kann (Abb. 586).

Die schnellste Giftwirkung wurde bei Zweihäutern erzielt (Einhäuter standen nicht zur Verfügung). Bei ihnen waren bereits nach 1 Tag 80% tot. Auch auf Dreihäuter war die Arsenwirkung noch sehr gut, indem schon nach eintägiger Giftaufnahme die Raupen fast nichts mehr fraßen und nach 2 Tagen bereits die Hälfte starb. Dasselbe gilt auch noch für die Vierhäuter. Selbst bei für das Auge äußerst schwacher Bestäubung, bei der versucht wurde, 800 Staubteilchen pro Nadel (= ca. 50 kg je ha) aufzustäuben, wurde sowohl durch Meritol als auch durch Forstesturmit eine vollkommen ausreichende Wirkung auf Vierhäuter erzielt. Bei Meritol waren nach 3, bei Forstesturmit sogar nach 2 Tagen die Raupen verendet. Nach einem Versuch im Thermostaten, bei dem die Raupen unter 15, 18 und 22° C an bestäubte Zweige gesetzt wurden, war die Arsenwirkung bei 22° am besten.

Aus diesen Untersuchungen Berwigs, deren Einzelheiten in der Originalarbeit nachzusehen sind, geht hervor, daß die **Eulenraupe zu den arsenempfindlichsten Raupen** gehört und also ein sehr günstiges

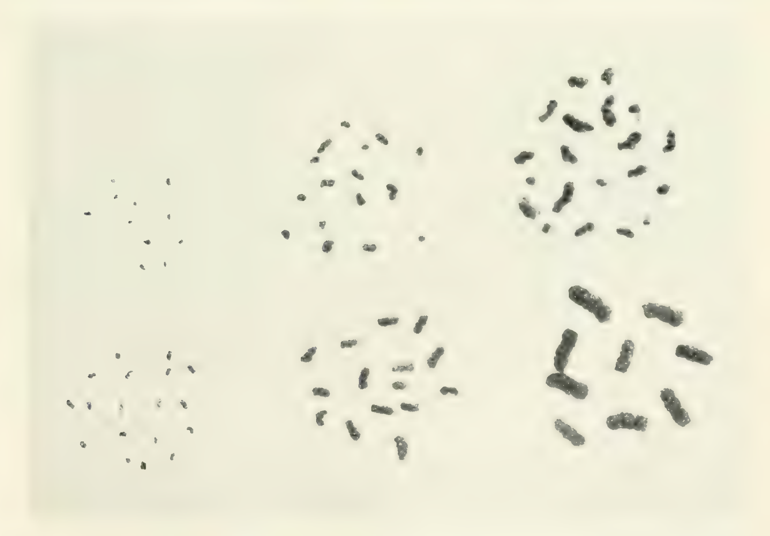


Abb. 586. Kot der Eulenraupe als Zwei-, Drei- und Vierhäuter, oben von vergifteten, unten von gesunden Raupen. Nach Berwig.

Objekt für die Arsenbekämpfung darstellt. Man kann, wenn die Bestäubung rechtzeitig und sachgemäß ausgeführt wird, **mit Sicherheit auf einen vollen Erfolg rechnen** (im Gegensatz zum Spanner, s. S. 568). Dadurch hat die Eule, obwohl sie an Virulenz zugenommen, ihre Schrecken für den Waldbesitzer verloren, da ihm heute ein sicheres Mittel an die Hand

gegeben ist, noch in letzter Stunde den Wald vor dem Verderben zu retten[1]).

Von allergrößter Wichtigkeit für den vollen Erfolg der Arsenbestäubung ist die richtige Bestimmung des Zeitpunktes, an welchem der Kampf einzusetzen hat. Ein zu spät oder zu früh kann zu Teilerfolgen, ja selbst zum Mißerfolg führen.

Nach den eben mitgeteilten Untersuchungen Berwigs verspricht der Arsenkampf am erfolgreichsten zu werden, wenn er sich gegen die Jung-



Abb. 587. Arsenwirkung auf Eulenraupen nach 12 Stunden Giftfraß und 24 Stunden weiteren Fraß an unbegiftetem Futter. Links Kontrollversuch mit nur unbegiftetem Futter. Nach Berwig.

raupen, insbesondere das I.—III. Stadium richtet. Danach empfiehlt es sich mit der Bestäubung zu beginnen, wenn die Hauptmasse der Eier, rund 80%, geschlüpft ist. Durch Probefällungen kann man sich über das allmähliche Fortschreiten der Eiablage und der Eientwicklung unterrichten, und dergestalt den gesuchten Zeitpunkt festlegen. Doch ist dieser Weg umständlich und nicht absolut zuverlässig. Zweckmäßiger erscheint es, den fraglichen

[1]) Dem wird entgegengehalten werden, daß die wenigsten Privatwaldbesitzer imstande sind, die hohen Kosten zu tragen. Hier muß auf irgendeine Weise Abhilfe geschaffen werden, sei es durch Kreditgewährung, sei es auf dem Wege der Versicherung oder dergleichen. An und für sich, d. h. im Verhältnis zum Verlust, sind die Kosten mäßig und unbedingt gerechtfertigt, stehen doch den Ausgaben für die Bekämpfung in Höhe von ca. 70 M. die Ausgaben für die Kulturen usw. in der Höhe von mindestens 300—400 M. pro ha gegenüber.

Zeitpunkt durch Verfolgung des Temperaturverlaufes im Freien unter Berücksichtigung der im bionomischen Teil (Abb. 529) dargestellten Entwicklungsdauerkurven zu bestimmen, bzw. wenn die Wetterlage den Temperaturverlauf vorauszusehen gestattet, den fraglichen Zeitpunkt an Hand der Kurven schätzungsweise zu ermitteln.

Um brauchbare Unterlagen über die Hauptzeit des Falterfluges, der Eiablage usw. zu gewinnen, wird am einfachsten die von Meyer benutzte Methode angewendet: Aussetzen einer bestimmten kurz zuvor eingesammelten Anzahl gesunder Puppen unter möglichst naturgetreuen Bedingungen im Walde an einem durch Holzleisten und Drahtgaze abgeschlossenen Raum. Durch tägliches Absammeln der hier schlüpfenden Falter läßt sich der Zeitpunkt, an dem die Hauptmasse der Falter ausgekommen ist, (rund 80%) ohne Schwierigkeit ermitteln. Berücksichtigt man nun das im bionomischen Teil (S. 630 ff.) über die Temperaturabhängigkeit von Lebensdauer und Eiablageperiode Gesagte, dann ist auch der Zeitpunkt, an dem die Hauptmasse der Eier abgesetzt worden ist, leicht und für praktische Zwecke ausreichend

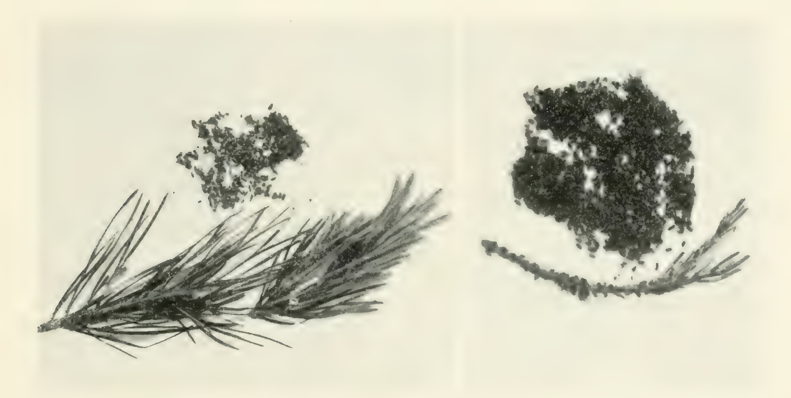


Abb. 588. Arsenwirkung auf Eulenraupen (Vierhäuter) nach 1 Tag. Links: schwacher Fraß an bestäubtem Futter, geringe Kotmengen; rechts: Kahlfraß an unbegiftetem Futter, große Kotmengen. Nach Berwig.

bestimmbar. Das weitere über die Dauer der Eientwicklung ergibt sich, wie bereits erwähnt, aus dem Gang der Temperatur im Freien unter Berücksichtigung der Entwicklungsdauerkurven.

Neben Arsenpräparaten kamen in letzter Zeit auch verschiedene Kontaktgifte in den Handel, von denen hier zwei genannt seien: Forestit (der Fa. E. Merck-Darmstadt) und Polvo (der Firma Cooper, Mc. Dougall and Robertson, Ltd., Berkhamsted, England).

Über die Wirkung dieser beiden Präparate wurden in jüngster Zeit eingehende Untersuchungen von Weis angestellt, die zu folgenden Resultaten führten:

Forestit: Forleulenraupen des II. und III. Stadiums zeigten sich gegen Forestit äußerst empfindlich. Schon geringe Giftmengen (0,03 mg pro

Raupe für Einhäuter, 0,07 mg für Zweihäuter) genügten, um die Raupen in 1 resp. 2 Tagen zu vernichten. Die Reaktion auf das Gift, die bereits 15 bis 30 Minuten nach der Bestäubung einsetzte, äußerte sich in krampfartigem Krümmen (Abb. 589 a—d) und Ausspucken des Darminhaltes. Dieser Zustand dauerte nur wenige Stunden, danach waren die Tiere völlig erschöpft und bewegten sich kaum mehr. Tote Raupen waren stark eingeschrumpft und hatten die Beine vom Körper abgestreckt (Abb. 589 e).

So empfindlich sich die Ein- und Zweihäuter gegen Forestit zeigten, so widerstandsfähig erwiesen sich die Drei- und Vierhäuter dagegen. Bei Vierhäutern konnte selbst bei Anwendung großer Giftmengen (0,6 mg pro Raupe) keine 100%ige Abtötung erreicht werden, obwohl zunächst Vergiftungserscheinungen zu beobachten waren. Das Intervall zwischen Bestäubung und erstem Auftreten der Vergiftungssymptome war trotz größerer aufgestäubter

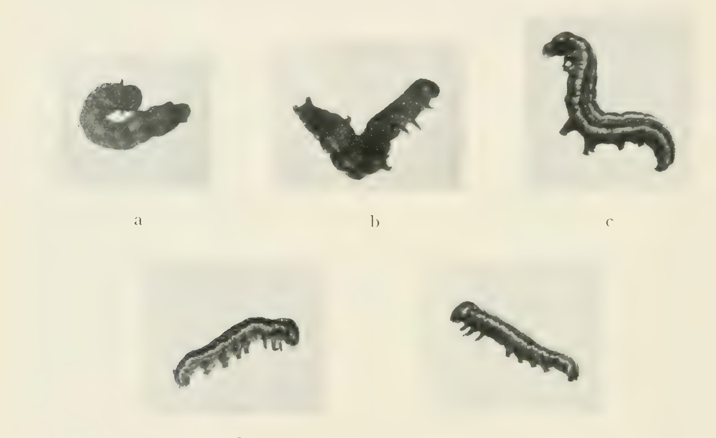


Abb. 589. Vergiftungserscheinungen bei Eulenraupen nach Bestäubung mit Forestit. *a—d* sich krümmende Raupen, *e* tote, vergiftete Raupe. Nach Weis.

Giftmenge bei diesen älteren Stadien wesentlich größer als bei Ein- und Zweihäutern. Es betrug bei Dreihäutern durchschnittlich 1 Stunde, bei Vierhäutern $1^1/_2$ Stunden.

Forestit wirkt auch als Fraßgift: Von Eulenraupen des V. Stadiums gingen eine kleine Anzahl durch Fressen des vergifteten Futters zugrunde.

Polvo: Die Wirkung von Polvo (das ein Derris-Präparat darstellt) auf Eulenraupen des II. und III. Stadiums war ebenfalls sehr gut. Schon mit geringen Giftmengen (ca. 0,05 mg pro Raupe für Einhäuter, ca. 0,09 mg für Zweihäuter) konnten alle Raupen nach 2 resp. 3 Tagen abgetötet werden. Die Vergiftung äußerte sich ähnlich wie nach Bestäubung mit Forestit in krampfartigem Krümmen und Erbrechen. Verendete Raupen waren gleichfalls stark geschrumpft; Verätzungen der Haut wurden nicht beobachtet.

Vierhäuter zeigten sich gegen Polvo nicht so widerstandsfähig wie gegen Forestit; allerdings mußten sehr große Giftmengen (ca. 0,9 mg pro Raupe)

angewendet werden, um die Mehrzahl der Versuchstiere in 4—5 Tagen zu vernichten.

Mit Polvo bestäubte Kiefernnadeln besaßen für Raupen des V. Stadiums fraßabschreckende Wirkung. Nur vereinzelt krochen Tiere auf das begiftete Futter, um es jedoch bald wieder zu verlassen.

Diese Laboratoriumsversuche von Weis wurden ergänzt durch Freilandversuche von Meyer mit Motor- und Handverstäuber in Krüppelbeständen und Kulturen. Die Ergebnisse dieser Versuche waren nicht sehr ermutigend. Das unter dem Namen „Polvo" im Handel befindliche Präparat scheint in seiner gegenwärtigen Form wegen seiner Grobkörnigkeit, schlechten Verstäubbarkeit und nicht zuletzt auch wegen des hohen Preises zur Forstschädlingsbekämpfung wenig geeignet zu sein. Jedenfalls ist ihm Forestit für den Großkampf überlegen. Nachdem mit letzterem bereits gegen den Spanner so glänzende Erfolge erzielt wurden (s. oben S. 569), sollten auch gegen die Eule Großversuche unternommen werden.

Bekämpfung der Sekundärschädlinge.

Ist die Eulengradation zu Ende, so heißt es, der durch diese eingeleiteten Gradation die Sekundärschädlinge entgegenzutreten. Für den Forstmann beginnt jetzt die Zeit gespanntester Aufmerksamkeit, wenn nicht all die Mühen der Eulenbekämpfung umsonst gewesen sein sollen. „Mit aller Tatkraft", schreibt König (1925a), „muß dafür gesorgt werden, daß die den stark befressenen Kiefern gebliebene Erholungsmöglichkeit von ihnen auch ausgenutzt werden kann und nicht durch die Folgeschädlinge gestört wird. Während der Wirtschafter keinen Einfluß auf die Erholungsfähigkeit an sich und auf die sie beeinflussende Witterung hat, kann sich sein Willen und Geschick an der Lösung dieser Aufgabe erproben. Die Bekämpfung der Folgeschädlinge wird in der kurzen Zeit, die namentlich der Waldgärtner uns läßt, zur wichtigsten Aufgabe, deren Vernachlässigung sich bitter rächen würde, stellenweise schon gerächt hat. Denn manchenorts gewinnt man den Eindruck, daß gegen den Waldgärtner im Frühjahr 1924 nicht mit der nachhaltigen Tatkraft gearbeitet worden ist, die nötig gewesen wäre; die Folge ist schon jetzt eine starke Verbreitung in den Fraßorten und eine erhebliche Vermehrung und Erschwerung der im Frühjahr 1925 zu leistenden Arbeit."

Der Kampf gilt vor allem den beiden Waldgärtnern (*Myel. piniperda* L. und *minor* Htg.), die sich regelmäßig nach Eulenfraß einstellen und den Eulenschaden hauptsächlich durch den Triebfraß noch stark vermehren können. Die Erkennung des Befalls ist bei *piniperda* nicht schwierig: die gelben Harztrichter (bei stark kränkelnden Stämmen fehlen allerdings oft die Harztrichter) und vor allem das Bohrmehl sind sichere Kennzeichen. Bei *minor* dagegen ist die Diagnose nicht so einfach, wenn nicht Spechteinhiebe in den glattrindigen Stammpartien oder Bohrmehlspuren den Besatz verraten. Jedenfalls wird man sich dabei eines guten Glases bei den Feststellungen bedienen müssen, außerdem werden Probefällungen notwendig werden. König rät nach Vorschlag von Wolff (Forstliche Flugblätter Nr. 3), das Verhältnis der beiden Waldgärtner bezüglich der Häufigkeit ihres Vorkommens an den Stämmen zu untersuchen, um so auf indirektem Wege Schlüsse auf die Häufigkeit des *minor* ziehen zu können. Der gefährlichere und schädlichere (wenn auch im allgemeinen seltenere) ist zweifellos

minor, da dieser primärer ist und Quergänge macht (Unterbrechung der Saftleitung).

Der Kampf gegen die Waldgärtner im stark befressenen Eulenwald hat in erster Linie in dem rechtzeitigen Fällen der mit Brut besetzten Bäume, die vorher ausgezeichnet sind, zu bestehen. Es werden natürlich bei großen Katastrophen anfangs — später wird der „Blick" für den Befall immer sicherer werden — nicht wenig befallene Bäume übersehen werden, so daß immer wieder neue Fällungen zu machen sein werden. Fangbäume haben in solchen starkbefressenen Revieren keinen Zweck, da ja alle Bäume mehr oder weniger Fangbäume darstellen.

Dagegen wird man bei Lichtfraß und zum Schutz von an Kahlfraßflächen angrenzenden verschonten Beständen durch Fangbäume viel erreichen können (Vetter, Oberdieck, Stubenrauch, Lehner und Berwig und andere).

Das Gleiche, was hier über die Bekämpfung der Waldgärtner gesagt ist, gilt auch für die übrigen etwa auftretenden Borkenkäfer (*bidentatus* Hbst., *acuminatus* Gyll. usw.), ferner für *Pissodes*, *Acanthocinus* usw. (Einzelheiten über alle diese Folgeschädlinge finden sich im II. Band dieses Werkes).

Organisation der Bekämpfung einer Eulengradation.

Nachdem im vorhergehenden Abschnitt alle uns heute zur Verfügung stehenden Bekämpfungsmittel im einzelnen besprochen sind, sei hier die Organisation der Bekämpfung einer über große Gebiete ausgedehnten Eulenkalamität mitgeteilt, wie sie von dem bayerischen Forstmeister M. Sindersberger aufgestellt und durchgeführt wurde und die als Vorbild für jede größere Bekämpfungsaktion überhaupt dienen sollte[1]).

Die Grundformen einer organisierten Kampfhandlung sind seit Menschengedenken die gleichen geblieben, wenn auch die Waffentechnik sich geändert hat. Einheitliche straffe Leitung, Erkundung der Lage beim Feinde, planmäßige Mobilmachung, rücksichtsloser, das Kampfziel im Auge behaltender Einsatz aller als wirksam erkannten Mittel und rasche Heilung der Schäden, die auch der gewonnene Krieg verursacht, waren von jeher und bleiben immer die Voraussetzungen des Kampferfolges.

Nach diesen Gesichtspunkten wurde auch die Bekämpfung der Fohreneule organisiert, die im Jahre 1930 in dem bayerischen Regierungsbezirke Mittelfranken verheerend aufgetreten ist und im Jahre 1931 wiederum zur Massenvermehrung zu kommen droht.

1. Die einheitliche Leitung der ganzen Kampfaktion ist durch Schaffung eines besonderen Bekämpfungsreferates an der Regierungsforstkammer (Mittelstelle) gewährleistet. Dem Referat obliegt neben der Leitung der eigentlichen Schädlingsbekämpfung auch die Entscheidung über den Einschlag der von der Eule befallenen Bestände im Benehmen mit dem Handels- und Forsteinrichtungsreferat, ferner der Entwurf eines Arbeitsplanes über die notwendig werdenden Kulturmaßnahmen in durchlichteten Beständen und auf Kahlflächen, die Beratung der Gemeinden und Privaten, deren Waldungen durch die Eule gelitten haben, in Rücksicht auf Fällung

[1]) Herrn Forstmeister M. Sindersberger sei auch an dieser Stelle für die Überlassung seines Berichtes herzlichst gedankt.

und Wiederaufforstung und endlich noch die mehr in wissenschaftlicher Richtung sich bewegende Auswertung aller gemachten Erfahrungen, hauptsächlich durch Vergleich der Entwicklung der Kalamität mit der in anderen Fraßgebieten in engster Fühlungsnahme mit dem Zoologischen und Botanischen Institut der Forstlichen Versuchsanstalt.

2. Der Schwerpunkt der „Erkundung der Verhältnisse beim Feinde" liegt in der Feststellung des Belages an gesunden Puppen je qm von Bestand zu Bestand. Bei der Lösung dieser wichtigsten Frage muß der Zoologe in erster Linie zu Wort kommen und zwar ist die Zeit der Puppensuche von einschneidender Bedeutung. Erfolgt sie zu früh, so kann weder der Belag noch der Gesundheitszustand der Puppen, die im Laufe des Herbstes und Winters mannigfachen Gefahren ausgesetzt sind, mit der für die Bekämpfung erforderlichen Zuverlässigkeit ermittelt werden. Setzt sie aber zu spät ein, etwa erst Anfang März, so wäre zwar eine hinreichende Genauigkeit gewährleistet, es bliebe aber nicht mehr genügend Zeit, den Kampfeinsatz so gründlich vorzubereiten, daß der Erfolg auch unter ungünstigen Witterungsverhältnissen während der Bestäubungszeit im großen garantiert werden könnte.

Es wurde daher zunächst eine Puppensuche in allen von dem Fohreneulenfraß bedrohten Forstämtern für den Monat September angeordnet. Sie sollte aber den auf die Puppensuche sich aufbauenden Mobilmachungsarbeiten nur einen allgemeinen Rahmen geben, insofern, als sie erwies, wo überhaupt keine Gefahr droht. Denn in allen Beständen, in denen der Belag an gesunden Puppen im September weniger als 3 Stück je qm beträgt, sind ernstere Fraßbeschädigungen nicht zu befürchten, da der Puppenbelag im Laufe des Winters sich noch wesentlich verringern wird. Es wird deshalb auch nicht mehr notwendig werden, in solchen Beständen nochmals eine Puppensuche vorzunehmen, wodurch sich bei der außerordentlichen Ausdehnung der bedrohten Flächen eine wesentliche Kostenersparnis in den Vorbereitungsmaßnahmen erzielen läßt. Weiter bietet die Puppensuche im September den Vorteil, daß sie schon bald die Brennpunkte der Gefahr erkennen und noch Zeit für die Winterbekämpfung läßt.

Die Winterbekämpfung kann sowohl durch Streuentnahme wie durch Umarbeiten der Streu in räumigen Beständen mit der Rollspatenegge erfolgen. Sie ist aber nur in jenen Forstämtern durchführbar, wo ein hoher Puppenbelag nur in einzelnen Beständen festgestellt wurde. Hier ist sie der Giftbekämpfung vorzuziehen, da sie billiger ist und der Einsatz von Motorverstäuber und Flugzeug in vereinzelten, getrennt voneinander liegenden Beständen der nicht der Hauptgefahrenzone angehörenden Forstämter die Bekämpfungsaktion nur zersplittern und damit den Gesamterfolg in den am meisten bedrohten Waldgebieten in Frage stellen würde.

In jenen Waldbezirken aber, in denen die Septemberpuppensuche, wie es bei der Eule in der Regel der Fall zu sein pflegt, auf weiten zusammenhängenden Flächen einen bedrohlich hohen Puppenbelag besonders in den 20—60jährigen Beständen ergeben hat, muß auf die Winterbekämpfung durch Streuentnahme in der Regel verzichtet werden. Denn abgesehen davon, daß die Streunutzung die Widerstandskraft besonders der jüngeren Bestände schwächt, wären zu große Streumengen weder im Wege des Verkaufs noch durch Abgabe an die Forstberechtigten absetzbar. Das

in Lehrbüchern vielfach empfohlene Zusammenrechen der Streu auf Haufen im Herbst und das Wiederausbreiten im Frühjahr würde aber je nach der Bestandesverfassung auf 200—300 RM. je ha zu stehen kommen, wäre also gegenüber der Giftbestäubung, die nur 60—75 RM. je ha kostet, viel zu teuer. Auch die Bekämpfung des Schädlings im Puppenlager durch Umbrechen der Streu mittels der Rollspatenegge ist im großen kaum durchführbar. In dem Hauptgefahrengebiet wird also von vornherein mit Giftverstäubung gerechnet werden müssen.

Da jedoch die Puppensuche im September deshalb kein zuverlässiges Bild ergibt, weil eine große Zahl von Puppen um diese Zeit noch nicht einwandfrei auf ihren Gesundheitszustand geprüft werden kann und im Laufe des Winters noch zugrunde gehen wird, ist in den ernstlich gefährdeten Forstämtern nochmals eine Puppensuche vorzunehmen. Als beste Zeit hierfür wurde vom Zoologischen Institut der Forstlichen Versuchsanstalt in München der Monat Dezember vorgeschlagen. Die an Ort und Stelle vorgenommenen Untersuchungen haben nämlich erwiesen, daß im Dezember die Verjauchung und Parasitierung der Puppen schon so weit vorgeschritten ist, daß sich wesentliche Änderungen am Belag von gesunden Puppen bis zum Schlüpfen der Falter kaum mehr ergeben werden. Die Puppensuche ist von den Forstämtern nach einem vom Zoologischen Institut der Forstlichen Versuchsanstalt ausgearbeiteten Merkblatt durchzuführen, das die für die Puppensuche wichtigsten allgemein anerkannten Richtlinien enthält. Das Einsammeln der Puppen hat in kleinen, etwa 100 Stück enthaltenden Schachteln zu erfolgen, die mit feuchtem Moos auszukleiden und in größeren Sammelsendungen baldmöglichst an das Zoologische Institut der Forstlichen Versuchsanstalt zur Untersuchung auf den Gesundheitszustand einzuschicken sind. Die Aufschrift auf den Schachteln läßt das Forstamt, die Bezeichnung des Bestandes, den Sammeltag, die qm-Zahl der Probeflächen, sowie die Boden- und Streubeschaffenheit der Bestände ersehen. Auf 1000 ha Holzbodenfläche sollen mindestens 200 qm Probeflächen nach Puppen abgesucht werden.

Der Erörterung bedarf noch die Frage, ob die Untersuchung der Puppen auf den Gesundheitszustand für das ganze bedrohte Gebiet im Zoologischen Institut selbst, oder auf eigenen, zu diesem Zweck am Sitze der Forstämter zu errichtenden sog. Feldstationen durch hierfür bestelltes Personal, das von der Versuchsanstalt zu schulen wäre, erfolgen soll. Diese Feldstationen hätten zweifellos den Vorzug, daß die Puppenuntersuchung rascher vor sich ginge und daß vor allem das längere Aufbewahren und das Versenden der Puppen mit der Post vermieden bliebe. Andererseits ist die Einheitlichkeit der Arbeit nicht voll gewährleistet und wenn nach Abschluß der Untersuchung sich größere Unterschiede unter sonst gleichen Verhältnissen ergeben würden, so käme in die Vorbereitung der Kampfmaßnahmen ein Moment der Unsicherheit herein, das hemmend auf die zu fassenden Entschlüsse wirkt.

Es wird daher doch der einheitlichen Untersuchung der Puppen am Zoologischen Institut der Vorzug zu geben sein, dem zur möglichst raschen Bewältigung der Arbeit Hilfskräfte beigegeben werden müssen. Dem Zoologischen Institut bleibt auch, wenn es die Puppenuntersuchung für das ganze Fraßgebiet selbst vornimmt, die Möglichkeit gewahrt, die mannigfachen Beobachtungen wissenschaftlich auszuwerten.

Für die Verwaltung jedoch ist zunächst nur die Kenntnis des Belages an gesunden Puppen je qm von Bestand zu Bestand von Wichtigkeit, da hierauf alle Kampfmaßnahmen aufgebaut werden müssen, die einer umfassenden Vorbereitung bedürfen. Die Puppenuntersuchung muß daher bis spätestens Mitte Januar beendet sein.

Im März, kurz vor dem Schlüpfen der Falter, hat dann nochmals, aber nur stichprobenweise, in dem am stärksten bedrohten Gebiete eine Untersuchung der Puppen auf den Gesundheitszustand zu erfolgen, die Klarheit darüber schaffen soll, ob und inwieweit die im Dezember ermittelte Zahl des Belages an gesunden Puppen je qm noch reduziert werden muß.

Mit der Feststellung des Belages an gesunden Puppen hat aber noch eine andere, für die Vorbereitung der Bekämpfung kaum minder wichtige Arbeit Hand in Hand zu gehen, nämlich eine Erhebung darüber, in welchem Umfang und Grade einzelne Bestände oder ganze Komplexe im Laufe des Jahres schon von der Eule befressen wurden. Fraßerscheinungen vom schwachen Lichtfraß bis zum Kahlfraß werden sich in einem bedrohten Gebiete auch dann finden, wenn es erst das Prodromalstadium durchlaufen hat. Stand es bereits im Eruptionsstadium, so werden die kahlgefressenen Flächen eine größere Ausdehnung annehmen. Da nun eine Giftbestäubung in einem bereits stark befallenen oder gar kahlgefressenen Bestande nicht nur zweck-, sondern auch wirkungslos ist, weil der Giftstaub, wenn die Nadeln fehlen, nicht haften bleiben kann, so ist es für die Entscheidung der Frage, in welchem Ausmaße und wo die Giftbekämpfung vorgesehen werden muß, von ausschlaggebender Bedeutung, jene Bestände zu kennen, die bereits stärker befressen wurden.

Nun hat die Praxis gezeigt, daß die bisher üblichen Bezeichnungen: Naschfraß, Lichtfraß und Kahlfraß, auch wenn ihnen noch einige Unterabstufungen gegeben werden, viel zu weite Begriffe umfassen und kein anschauliches Bild über den Grad des Befalles und die in Zukunft notwendig werdenden Maßnahmen ergeben. Es mußte daher eine schärfere Klassifizierung des Befallsgrades gefunden werden. Die Unterlage hierfür hat eine Bereisung des mittelfränkischen Fraßgebietes durch Professor Dr. K. von Tubeuf geschaffen.

Dr. von Tubeuf hat, wie oben bereits mitgeteilt (s. S. 689), festgestellt, daß in jedem stärker befressenen Bestand sich je nach dem Befallsgrad deutlich 3 Stammklassen unterscheiden lassen, und zwar: 1. Stämme, die noch einen erheblichen Anteil alter Nadeln, besonders in den oberen Kronenteilen aufweisen und daher sowohl als erholungsfähig zu bezeichnen sind, als auch bei der Wiederkehr des Fraßes mit Aussicht auf Erfolg bestäubt werden können. 2. Stämme, die noch mehrere Büschel alter Nadeln und auch vereinzelte Nadeln oder Nadelstummeln an den Zweigen tragen. Die Erholungsfähigkeit dieser Stämme bezeichnet v. Tubeuf als fraglich. 3. Stämme, die nur noch Rosettentriebe, aber keine oder ganz vereinzelte alte Nadeln zeigen und nach der von Dr. v. Tubeuf vertretenen Anschauung als verloren zu betrachten sind, da die Rosettentriebe entweder noch im Laufe des Herbstes vergilben, oder während des Winters absterben, und, selbst wenn sie sich bis zur Entfaltung der Knospe halten, die für die Bildung eines Sprosses notwendigen Reservestoffe nicht zu liefern vermögen.

Auf Grund der Feststellungen Dr. v. Tubeufs wurde eine Bonitierung sämtlicher stärker befallenen Bestände des mittelfränkischen Fraßgebietes

des Jahres 1930 nach dem Befallsgrad angeordnet. Zu diesem Zwecke wurden 3 Stammklassen gebildet; und zwar sollte bedeuten:

Stammklasse I: Stämme mit erheblichem Anteil alter Nadeln, daher erholungsfähig,

Stammklasse II: Stämme, die besonders im unteren Kronenteil in der Hauptsache nur Rosettentriebe, im oberen Kronenteil aber noch Büschel alter Nadeln, ferner einzelne Nadeln und Nadelstummeln an den Zweigen aufweisen; ihre Erholungsfähigkeit ist als fragwürdig zu bezeichnen.

Stammklasse III: Endlich Stämme, die nur mehr Rosettentriebe oder höchstens noch ganz vereinzelte Büschel alter Nadeln an Seitenästen haben, daher als verloren zu betrachten sind.

Die Bonitierung der Bestände nach dem Befallsgrad mit Hilfe der Stammklassenbildung hat in der Weise zu erfolgen, daß der prozentuale Anteil der der I., II. und III. Klasse zuzuweisenden Stämme geschätzt wird. Wenn z. B. in einem stärker befressenen Bestand 80% der Stämme nur Rosettentriebe, 10% in der Hauptsache Rosettentriebe mit einigen alten Nadelbüscheln im oberen Kronenteil und 10% nur lichtgefressene Kronen mit noch zahlreichen alten Nadeln aufweisen, so würde die Bonitierung des Bestandes lauten: I = 10%, II = 10%, III = 80%, d. h. es werden 80% aller Stämme als verloren zu betrachten sein, der ganze Bestand wird sonach als dem Abtrieb verfallen gelten müssen, auch wenn er nicht noch einmal befressen wird; eine Bestäubung wäre also sinnlos.

Die Bonitierung der Bestände nach dem Befallsgrad wurde im mittelfränkischen Fraßgebiet auf 2000 ha von den Forstämtern Allersberg, Heideck, Petersgmünd und Schwabach innerhalb 14 Tagen vorgenommen. Die Durchführung ist viel leichter, als es den Anschein haben möchte. Denn wenn der die Bonitierung leitende Beamte zu Beginn der Arbeiten sich durch Fällung von Probestämmen davon überzeugt, ob er einen stehenden Stamm in die richtige Klasse eingereiht hat, eignet er sich bald soviel Übung an, daß die unterlaufenden Fehler praktisch bedeutungslos sind.

Im allgemeinen hat die Bonitierung der Bestände nach dem Befallsgrade gezeigt, daß die seither übliche Bezeichnung Kahlfraß in der Regel viel zu pessimistisch gedeutet wurde. Daher rühren auch die in der Literatur mehrfach erörterten Meinungsverschiedenheiten in der Frage her, ob ein von Eule oder Spanner kahl gefressener Bestand sich wieder erholen wird. Man kann bei einer Bereisung des mittelfränkischen Keupergebietes, in dem in ziemlich regelmäßiger Wiederkehr Spanner oder Eule verheerend aufgetreten sind, oft die Behauptung hören, ein Bestand sei vor 30 Jahren völlig kahl gefressen worden und habe sich in kürzester Zeit prächtig erholt. Meist sind es die berühmten ältesten Leute, besonders Forstarbeiter, die hierfür als Zeugen genannt werden. Alle diese Bekundungen sind für die in der Praxis zu fassenden Entschlüsse deshalb wertlos, weil der Grad des Befalles nicht ziffernmäßig festgelegt war.

Die geschilderte Bonitierung der Bestände wird jedenfalls viel zuverlässigere Unterlagen für die Entscheidung der Frage schaffen, welchen Fraßgrad ein Bestand auszuhalten vermag, wie die seither übliche Bezeichnung, die eine ganz verschiedene Auslegung erfahren hat.

Um die Bonitierung festzulegen, wurden in zahlreichen, nach Alter und Boden verschiedenen Beständen 10—20 im Befallsgrad charakteristische Stämme in der Natur mit einer weißen Ölfarbnummer versehen und die Klassenzugehörigkeit in der Weise ersichtlich gemacht, daß bei Stämmen

der I. Klasse (erholungsfähig) ein weißer Ölfarbpunkt über, bei Stämmen der II. Klasse (Erholungsfähigkeit fraglich) neben und bei Stämmen der Klasse III (nicht erholungsfähig) unter der Nummer angebracht wurde. Diese Probestämme, über die ein Verzeichnis geführt wird, sind, auch wenn der ganze Bestand kahl abgetrieben werden muß, solange zu halten, bis sie unzweifelhaft absterben oder sich voll erholt haben. Ihre Entwicklung sowie Tag und Ursache ihres Absterbens sind in dem Verzeichnis zu vermerken. Dadurch werden sich wichtige botanische Feststellungen treffen und für die Zukunft zahlenmäßig sichere Unterlagen über die Wirkung eines Kahlfraßes gewinnen lassen.

Selbstverständlich wurden die Probestämme nicht über den ganzen Bestand verteilt ausgewählt, sondern auf kleine Flächen unter Beachtung der Windrichtung, der Hanglage und Bringungsmöglichkeit so zusammen gerückt, daß sie auch bei vorzeitigem Abtrieb der Umgebung möglichst lange gehalten werden können.

Abb. 590 zeigt eine solche Probefläche mit der Numerierung und Klassifizierung der Bestände.

3. Mit der Feststellung des Belages an gesunden Puppen je qm und den zahlenmäßigen Erhebungen über den seitherigen Befallsgrad ist die „Lage beim Feinde" soweit geklärt, daß sie in den sog. Bekämpfungskarten dargestellt werden kann, deren Anfertigung unerläßlich ist, wenn das bedrohte Gebiet sich auf größere Flächen erstreckt, da die Karte einen viel rascheren und zuverlässigeren Einblick gewährt, wie die Zusammenfassung der Erkundungsergebnisse in Tabellen und Übersichten.

Die Bekämpfungskarten werden zweckmäßig im M. 1:10000 angefertigt. Zunächst ist das Alter der Bestände auf den Karten vorzutragen; hierbei kann, wenn die Karten nur der Eulenbekämpfung und nicht auch anderen Zwecken dienen sollen, darauf verzichtet werden, die Bestandesalter in Klassen von 20 zu 20 Jahren, wie sie die bayerische Forsteinrichtungsanweisung vorschreibt, darzustellen, es genügen 4 Altersabstufungen, die nach dem Gefahrenmoment gebildet werden und zwar die Altersstufen 0—20, die in der Regel von der Eule, auch wenn ein hoher Puppenbelag festgestellt wurde, nicht befressen wird, die Altersstufe 20—60, die am meisten bedroht ist und bei Todfraß kaum verwertbares Material liefert, die Altersstufe 60—100, die zwar noch stark befressen wird, aber deren Holz wenigstens als Grubenholz abgesetzt werden kann und die über 100 Jahre alten Bestände, die für die Bekämpfung erst in letzter Linie in Betracht kommen, da das hiebsreife Holz ohne besondere Verluste eingeschlagen werden kann.

Der Eintrag des Belages an gesunden Puppen je qm, wie ihn die Dezember-Puppensuche ergeben hat, von Bestand zu Bestand, sowie die Bonitierungsergebnisse in den bereits stärker befressenen Beständen hat in möglichst plastischer, in die Augen springender, gleichzeitig aber arbeitsfördernder Darstellung zu erfolgen. Für das mittelfränkische Fraßgebiet wurde hierfür folgende Methode gewählt: Mittels eines Gummistempels wird nebenstehende Signatur in jedem Bestand so aufgedruckt, daß der Kreis sich etwa in der Mitte des Bestandes befindet.

In den Kreis wird der Belag an gesunden Puppen je qm, den die Dezember-Puppensuche ergeben hat, mit roter Tusche eingeschrieben. Die Einteilung des wagrechten Grundstriches in 10 Teile gestattet die Dar-

stellung des bereits erfolgten Fraßes in der Weise, daß der in der Bekämpfungskarte rot auszuziehende oberste Querstrich den prozentualen Anteil der Stämme der III. Klasse, der mittlere Querstrich den Anteil der Stämme der II. Klasse, der untere Querstrich den Anteil der Stämme der I. Klasse anzeigt.

So würde z. B. die Signatur (18) bedeuten, daß der Bestand einen Belag von 18 gesunden Puppen je qm aufweist, und daß ferner bereits im laufenden Jahre ein Fraß stattgefunden hat, der 60% der Stämme aller Nadeln beraubte (Klasse III), während noch je 20% der Stämme der II. und I. Stammklasse eingereiht werden konnten. Es würde sich nicht mehr empfehlen für einen solchen Bestand eine Giftverstäubung vorzusehen. Denn abgesehen davon, daß bei der geringen Anzahl der noch vorhandenen Nadeln sehr viel Giftstoff nutzlos verblasen würde, ist ein Bestand in dem schon 60% der Stammzahl als verloren zu betrachten sind, nicht mehr zu halten, selbst wenn es gelingen würde, die Mehrzahl der in ihrer Erholungsfähigkeit fraglichen Stämme der Klasse II und die sämtlichen Stämme der Klasse I zu retten.

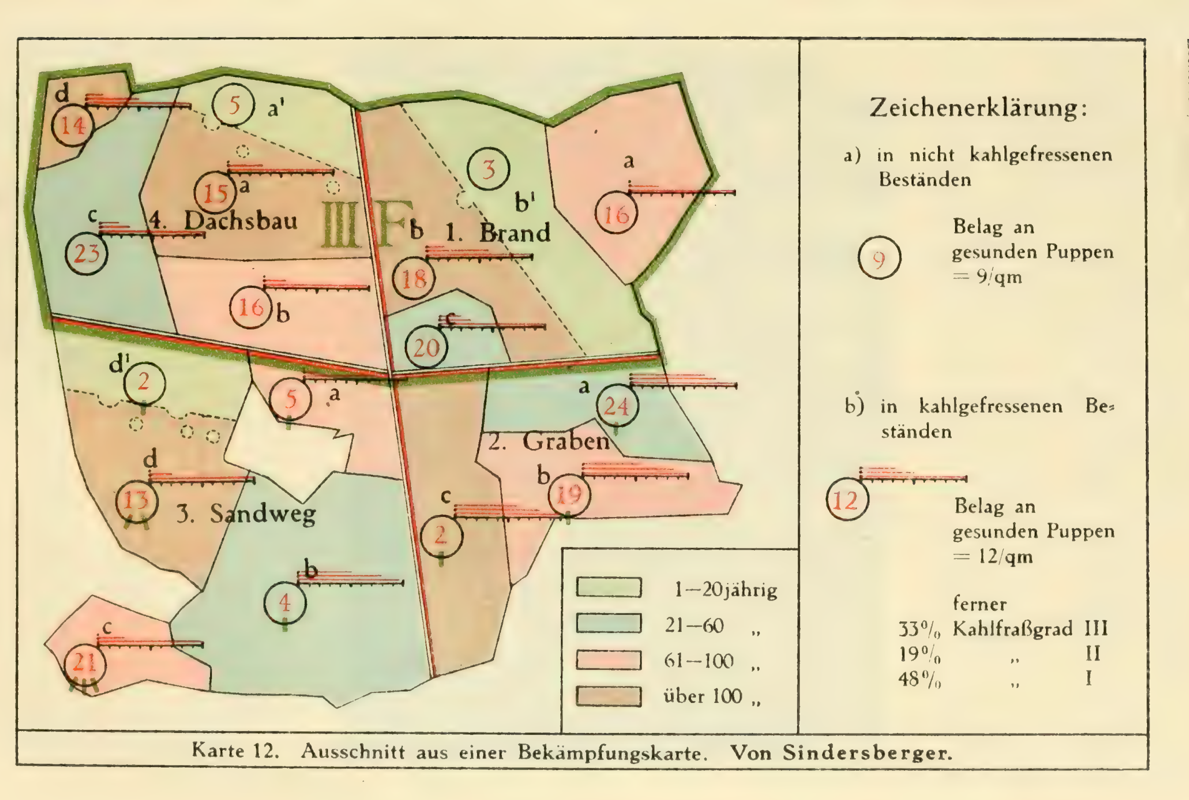
Auf Grund der in die Karte eingetragenen Signatur wird nun jeder Bestand oder eine ganze Bestandesgruppe in eine der 3 zu bildenden Bekämpfungsklassen eingereiht und zwar bedeutet:

Bekämpfungsklasse I = Bekämpfung nicht erforderlich,
Bekämpfungsklasse II = Bekämpfung erwünscht,
Bekämpfungsklasse III = Bekämpfung dringend.

Maßgebend für die Einreihung in eine Bekämpfungsklasse ist in erster Linie der Belag an gesunden Puppen, sodann das Alter des Bestandes, d. h. die Verwertungsmöglichkeit des Holzes und endlich noch der bereits erfolgte Fraß.

Karte 12 zeigt den Ausschnitt einer ausgearbeiteten Bekämpfungskarte. Auf ihr weisen die sämtlichen Bestände der Abteilung 1 Brand und 4 Dachsbau einen bedrohlich hohen Puppenbelag auf und sind so wenig befressen, daß sie die Giftverstäubung noch zu retten vermag. Sie sind daher sämtlich in die Bekämpfungsklasse III (Bekämpfung dringend) einzureihen, und zwar ist, da es sich hier um eine zusammenhängende größere Fläche handelt, das Flugzeug zum Einsatz zu bringen. Sie wurden auf der Karte grün umrandet, ferner wurde durch Eintrag der Bezeichnung III/F in grüner Farbe die Bekämpfungsklasse und der Flugzeugeinsatz zum Ausdruck gebracht.

In den Abteilungen 2 Graben und 3 Sandweg zeigt nur der Bestand 3 c einen hohen Puppenbelag und geringen bisherigen Fraßgrad. Er ist also in die Bekämpfungsklasse III einzureihen, was durch die 3 im unteren Teil des Kreises eingetragenen grünen Striche kenntlich gemacht ist. Der Bestand 3 d weist zwar auch hohen Puppenbelag und geringen seitherigen Fraß auf, da es sich hier aber um einen Altbestand handelt, der an und für sich bald zum Abtrieb kommen würde, kann er in die Bekämpfungsklasse II (2 grüne Striche im unteren Teil des Kreises) eingereiht werden. Die übrigen Bestände der Abt. Graben und Sandweg können der Bekämpfungsklasse I zugeteilt werden, da sie entweder nur geringen Puppenbelag oder bereits so starken Fraß aufweisen, daß die Bestäubung zwecklos wäre.



Karte 12. Ausschnitt aus einer Bekämpfungskarte. Von Sindersberger.

Verlag von Paul Parey. Berlin

Da sonach in den Abteilungen 2 und 3 nur 2 kleinere, von einander getrennt liegende Bestände zu bestäuben sind, wird zweckmäßig der Motorverstäuber zum Einsatz kommen. Einer besonderen Signatur für die Motorverstäubung bedarf es nicht mehr.

In der Abteilung 3 Sandweg liegt ein Fremdgrundstück. Hier wäre bei der Giftverstäubung besondere Sorgfalt insofern geboten, als keine Spur der Giftstaubwolke auf das Fremdgrundstück geraten darf, wenn der Eigentümer der Enklave nicht ausdrücklich seine Einwilligung zur Mitverstäubung seines Grundstückes gegeben hat, da sonst sofort Schadensersatzansprüche seitens der Bienenzüchter und sonstiger Tierhalter mit Aussicht auf Erfolg



Abb. 590. Numerierte und klassifizierte Probestämme.

geltend gemacht werden können. Es wird daher zweckmäßig sein, in der Nähe von Fremdgrundstücken nicht das Flugzeug, sondern den Motorverstäuber einzusetzen, bei dem die Giftstaubwolke sich doch leichter dirigieren läßt wie vom Flugzeug aus, wenn in solchen Örtlichkeiten nicht überhaupt der Winterbekämpfung des Schädlings durch Streuentnahme der Vorzug vor der Giftverstäubung gegeben werden will.

Die Anlage der Bekämpfungskarten soll bis spätestens Ende Januar beendet sein, daß noch hinreichend Zeit für die eigentliche Mobilmachung zur Verfügung steht.

Für die Entscheidung der Frage, ob bekämpft werden muß und welches Kampfmittel zur Anwendung kommen soll, ist von folgenden Erwägungen auszugehen.

a) Nach den gemachten Erfahrungen und dem Gutachten der Entomologen sind Bestände, in denen die Puppensuche einen Belag von 4—5 und mehr gesunden Puppen je qm ergeben hat, als ernstlich bedroht anzusehen.

b) Liegen bedrohte Bestände von weniger als 20 ha Flächengröße (Tagesleistung eines Motorverstäubers) vereinzelt inmitten einer Umgebung für die eine Bekämpfung nicht erforderlich ist, so wird es sich, um die Bestäubungsaktion nicht allzusehr zu zersplittern, empfehlen, hier die Bekämpfung durch Streuentnahme im Monat Februar und in der ersten Märzhälfte zu versuchen, oder wenn die Streu nicht absetzbar ist, die Streudecke in diesen Beständen mit der Rollspatenegge zu durchreißen, wodurch der größte Teil der Puppen vernichtet oder wenigstens so bloßgelegt wird, daß sie von den Vögeln aufgenommen werden und die Gefahr des Kahlfraßes nicht mehr besteht.

c) Überschreitet die gefährdete Fläche zusammenhängend 60 ha so ist die Flugzeugbekämpfung vorzusehen, während auf kleineren Flächen der Motorverstäuber den Vorzug verdient.

d) Die Tagesleistung eines Flugzeuges kann auf 100 ha Bestäubungsfläche, jene eines Motorverstäubers auf 20 ha veranschlagt werden.

e) Die Bestäubung soll die Raupen vor der 3. Häutung, also ungefähr während der ersten 20 Tage nach dem Schlüpfen treffen, da ältere Raupen gegen den Giftstaub unempfindlicher werden. Sonach stünden für die Bestäubung ca. 20 Tage zur Verfügung. Nachdem aber die Bestäubungsaktion durch ungünstiges Wetter gestört werden kann, darf für die wirkungsvolle Bestäubungszeit mit höchstens 10 Tagen gerechnet werden. Sonach könnten von einem Flugzeug insgesamt $10 \times 100 = 1000$ ha, von einem Motorverstäuber $10 \times 20 = 200$ ha bestäubt werden.

Unter Berücksichtigung der vorstehend aufgeführten Gesichtspunkte können nunmehr mit Hilfe der Bekämpfungskarten die Kostenvoranschläge für die Bestäubung aufgestellt, ferner die Verhandlungen mit den einschlägigen Firmen über Bereitstellung von Flugzeugen, Motorverstäubern und Giftstoff, über Anlage von Landungsplätzen für das Flugzeug, Errichtung von Schuppen und Zelten zur Unterbringung des Giftstoffes usw. gepflogen und Verträge mit Bestäubungsfirmen auf so sicherer Grundlage und so zeitig abgeschlossen werden, daß die Verwaltung vor nachträglichen Überraschungen in jeder Hinsicht gesichert ist.

Bei der Vorbereitung der Bekämpfungsaktion spielt auch die Klärung der Frage eine große Rolle, welche Maßnahmen zum Schutz der den Wald befliegenden Bienen zu treffen sind. Aus einem Urteil des Oberlandesgerichtes Celle v. 31. 1. 1929 (abgedruckt in der Zeitschrift „Der deutsche Jäger" 1930 Nr. 42) geht hervor, daß Bienenzüchter, deren Bienen fremden Wald befliegen, keinerlei Schadensersatzansprüche an den Waldbesitzer stellen können, wenn die Bienen durch Giftstaub Schaden leiden, vorausgesetzt, daß die Bienenzüchter genügend und rechtzeitig gewarnt wurden, ihre Bienen den zu bestäubenden Wald befliegen zu lassen. Für die Warnung selbst empfiehlt es sich den Weg des Art. 120 des Pol. Str. Gesetzbuches zu beschreiten.

Sofern der Waldbesitzer, der eine Bestäubung vornehmen will, mit Bienenzüchtern Verträge über Errichtung von Bienenheimen und Zulassung der Zeidelweide in seinem Wald abgeschlossen hat, wären diese Verträge rechtzeitig unter Einhaltung der vereinbarten Frist zu kündigen. Wenn die

Imker darum nachsuchen, von einer Kündigung der Verträge abzusehen und die Zeidelweide auf ihre eigene Gefahr trotz der Verstäubung ausüben wollen, so wären sie zu einem schriftlichen Verzicht auf alle Ersatzansprüche zu veranlassen.

Es will nicht verkannt werden, daß in der im Vorstehenden geschilderten Mobilmachung ein schwacher Punkt insoferne liegt, als auf dem Belag und dem Gesundheitszustand der Puppen im Dezember alle Vorbereitungsmaßnahmen aufgebaut werden. Denn es kann, besonders in Gebieten, in denen bereits eine Eulen-Eruption erfolgt ist, wie in Mittelfranken, immerhin mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß die Kalamität von selbst zusammenbricht. Teilweise Ungeklärtheit der Lage beim Feinde ist aber wie im Kriege so auch im Kampfe mit der Eule die Regel. Sie darf nicht dazu führen, die Hände in den Schoß zu legen und sich Überraschungen auszusetzen, die zu katastrophalen Auswirkungen führen können. Denn wollte man alle Vorbereitungsmaßnahmen auf jenen Zeitpunkt verschieben, in dem der Ausbruch einer Kalamität mit unbedingter Sicherheit festgestellt werden kann, nämlich auf den Monat Mai, wenn die ersten Räupchen schlüpfen, dann wäre es in großen Verhältnissen nicht mehr möglich, den Kampfeinsatz so zu organisieren, daß eine Gewähr für den vollen Erfolg bestände, und der Waldbesitzer könnte leicht Millionenverluste erleiden, weil er einige tausend Mark, die eine rechtzeitige Vorbereitung kostet, sparen wollte.

4. Über die Technik der Bekämpfung selbst durch Flugzeug und Motorverstäuber finden sich in der Literatur schon so viele Abhandlungen, daß hier nicht der Platz ist, näher darauf einzugehen. Außerdem schreitet die Entwicklung in der Waffentechnik so rasch fort, daß morgen überholt ist, was heute als modern galt. Grundsatz für die Bekämpfungsaktion wird aber stets bleiben müssen, die Kräfte nicht zu zersplittern, sondern konzentrisch in den Brennpunkten der Gefahr mit äußerster Tatkraft einzusetzen, die besonders vom Leiter der Arbeiten ausgehen und dem letzten Gehilfen den Willen zur Erreichung des Erfolges einflößen muß.

5. Jeder Kampf bringt Verluste und Einbußen, auch für den Sieger mit sich. Ohne solche wird es auch bei einer Eulenkalamität trotz sorgfältiger Vorbereitung und energischen Kampfeinsatzes nicht abgehen. Die Wunden alsbald zu heilen gehört mit zu den wichtigsten und dankbarsten Aufgaben der Forstverwaltung. Voraussetzung hierfür ist die Kenntnis des Umfanges und des Grades der eingetretenen Beschädigungen. Als brauchbarste Unterlage hat sich wiederum die in Ziff. 2 dieser Abhandlung eingehend besprochene Bonitierung der befallenen Bestände nach dem Fraßgrad erwiesen.

Die Auswertung der von den Forstämtern angelegten Bonitierungstabellen ist in Abb. 591 in folgender Weise wiedergegeben:

a) Zunächst wurde das Altersklassenverhältnis des die bayer. Staatsforstämter Allersberg, Heideck, Petersgmünd und Schwabach umfassenden Eulenfraßgebietes des Jahres 1930 graphisch dargestellt. Hieraus ergibt sich, daß der Anteil der 0—20jährigen Bestände mit 2240 ha und der 20—40jährigen Bestände mit 1440 ha ganz bedeutend gegenüber den älteren Alterklassen überwiegt. Diese Erscheinung ist weder durch Zufall noch durch zu hohe Hauptnutzungshiebssätze veranlaßt, sondern hat ihren Grund darin, daß das fragliche Gebiet immer wieder von Spanner und Eule heimgesucht wurde — vom Spanner besonders schwer in den Jahren 1892—1897

— so daß sich eine regelmäßige Altersklassenabstufung nicht zu bilden vermochte.

b) Innerhalb der die Größe der Altersklassen darstellenden Säulen ist der Befallsgrad in der Weise ersichtlich gemacht, daß in allen Beständen, in denen der Anteil der der III. Stammklasse (nicht mehr erholungsfähig) zuzuweisenden Stämme mehr als 10% der Gesamtstammzahl betrug, der prozentuale Anteil jeder der 3 Stammklassen auf die Fläche umgerechnet wurde. Wenn z. B. in einem Bestand von 10 ha 50% der Stammzahl der Klasse III, 30% der Klasse II und 20% der Klasse I eingereiht werden mußten, so ergeben sich für die Fläche der Klasse III 5 ha, für die Fläche der Klasse II 3 ha, für die Fläche der Klasse I 2 ha. Die Darstellung zeigt, daß die jüngste Altersklasse fast gar nicht, höchstens in ihren ältesten Gliedern von der Eule befressen wird, daß hingegen der Befall in den 20—40jährigen Stangenhölzern sowohl nach der Fläche, wie nach der Heftigkeit am stärksten ist, und mit zunehmendem Alter der Bestände im großen und ganzen wieder sinkt.

c) Im Allgemeinen wird man von der Annahme ausgehen dürfen, daß Bestände, in denen 50% der Stämme keine alten Nadeln mehr haben, sonach als verloren betrachtet werden müssen, nicht mehr gehalten werden können, auch wenn sich die sämtlichen der Klasse II zugehörigen, in ihrer Erholungsfähigkeit fragwürdigen Stämme und die Stämme der Klasse I wieder voll begrünen würden.

Die Fläche dieser als verloren anzusehenden Bestände ist in Abb. 591 neben den Altersklassensäulen durch einen T-Balken graphisch dargestellt. Sie beträgt in der Altersklasse 0—20 = 61 ha, in der Altersklasse 20—40 = 493 ha, in der Altersklasse 41—60 = 188 ha, in der Altersklasse 61—80 = 87 ha, in der Altersklasse 81—100 = 52 ha, in der Altersklasse 101—120 = 59 ha, in der Altersklasse 121—140 =32 ha und in den über 140jährigen Beständen = 15 ha, insgesamt also 987 ha.

Es ist naturgemäß für die Verwaltung von außerordentlichem Wert, frühzeitig von den voraussichtlich anfallenden Kulturflächen Kenntnis zu bekommen. Denn wenn auch mit dem Abtrieb von Beständen im 1. Winter nach dem Fraß noch möglichste Zurückhaltung geübt werden soll, so können doch die für die Neukulturen erforderlichen Maßnahmen nicht zeitig genug vorbereitet werden, da für die Beschaffung von Maschinen zur Bodenbearbeitung sowie für die Bereitstellung des entsprechenden Pflanzenvorrates durch Fühlungnahme mit Pflanzenfirmen und Anlage forsteigener fliegender Saatbeete in ausgedehntem Maße Sorge getragen werden muß.

Die schon im Abschnitt 2 erwähnte kartenmäßige Darstellung des Befallsgrades in den einzelnen Beständen hat noch den weiteren Vorteil, daß jene Waldorte festgelegt werden, in denen die Virulenz des Raupenfraßes am heftigsten zu sein pflegt. Denn hier rechtfertigt sich am allerersten ein erhöhter Kostenaufwand zur Erzwingung eines Bestockungswechsels oder wenigstens zur reichlichen Beigabe noch standortsgemäßer Laubhölzer, unter denen die Weißerle auf den armen Böden das beste Gedeihen zu finden scheint.

Auch über den voraussichtlichen Massenanfall geben die Bestandesbonitierungen einen einigermaßen zuverlässigen Aufschluß. Hierbei müssen wiederum jene Bestände herausgefaßt werden, in denen der Anteil der Stammklasse III mehr als 50% beträgt. In ihnen wird der ganze derzeitige

Vorrat als dem Abtrieb verfallen einzustellen sein. In jenen Beständen, in denen der Anteil der Stammklasse III weniger als 50% beträgt, soll nur die Masse der Stammklasse III, ferner die Hälfte der Stammklasse II als einschlagbedürftig bezeichnet werden, denn es ist anzunehmen, daß hier die

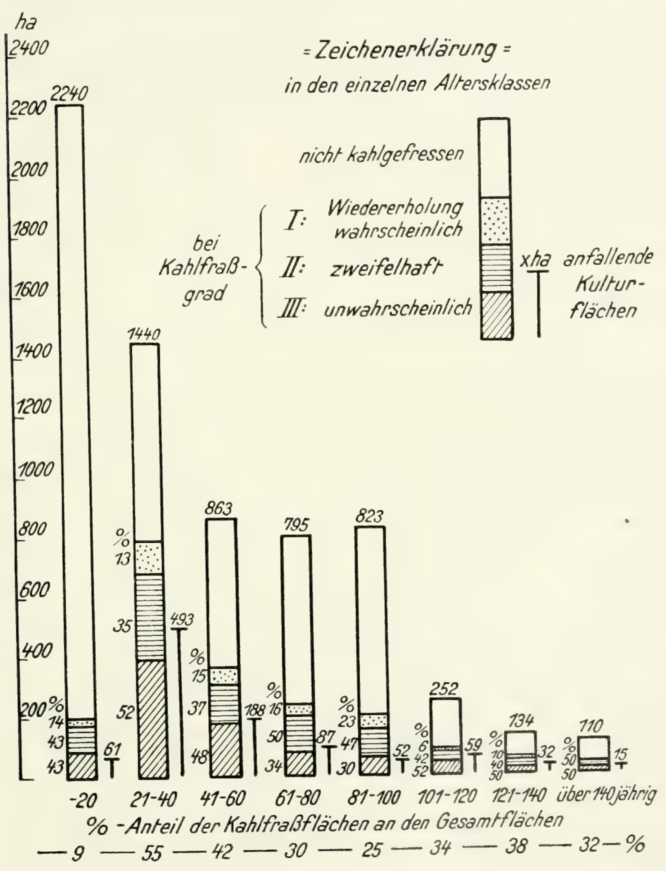


Abb. 591. Darstellung des Befallsgrades in der Altersklasse.

erholungsfähige Stammklasse I und die Hälfte der Stammklasse II noch einen Bestand bilden können, der wenigstens noch geraume Zeit zu halten ist.

Der Einschlag des Holzes wird zunächst in den haubaren Beständen zu erfolgen haben, deren Material bei längerem Stehenlassen eine Wertminderung erfahren würde. Mit dem Abtrieb der den jüngeren Altersklassen

angehörenden Bestände wird in der Regel noch zugewartet werden können, da nach der Anschauung des Geheimrats Dr. v. Tubeuf in dem dem Eulenfraß folgenden Frühjahr einerseits noch nicht mit erhöhter Borkenkäfergefahr zu rechnen ist, andererseits aber das Holz, das nur als Gruben- oder Brennholz verwertet werden kann, keine wesentliche Qualitätseinbuße erleidet, wenn es erst später zum Antrieb kommt, und günstige Winterwitterung doch noch den einen oder anderen Bestand retten kann.

Endlich gestattet die Bonitierung der Bestände eine mehr in wissenschaftlicher Richtung liegende Auswertung. Sie gibt Aufschluß darüber, welchen Einfluß Bodenform, Streulage, Samenprovenienz usw. auf den Grad des Fraßes ausüben und schafft damit der Wirtschaft wertvolle Fingerzeige.

6. Schlußbemerkung: Die vorstehend geschilderte Organisation einer Eulenbekämpfung soll nur einen allgemeinen Anhalt bieten. Je nach den örtlichen Verhältnissen wird sie mancher Abänderung und auch, wenn einmal mehr Erfahrungen vorliegen, mancher Verbesserung bedürfen.

Literatur über die Eulen I.

Die Kieferneule [1]).

Altum, 1883, Massenhaftes Auftreten der Forleule usw. Z. f. F. u. J. S. 696.

Baer, W., 1925, Die Parasiten der Kieferneule. Z. f. ang. Entom. 23—24.

Bail, 1870, Weitere Mitteilungen über den Fraß und das Absterben der Forleule *Noctua piniperda*. Z. f. F. u. J. 135—144.

Bando, 1851, Bericht über den Fraß der *Phalaena noctua piniperda* in dem Kgl. Forstrevier Katholisch-Hammer usw. — Verh. schles. Forstver. 1851, 273—289.

Berwig, W., 1925, Eulenfraßfolgen, ein geschichtlicher Rückblick. D. D. F. Nr. 15.

—, 1926, Die Forleule in Bayern. Historisch-statistisch-klimatologische Betrachtungen. Fw. Ctrbl.

—, 1931, Laboratoriumsversuche zur Biologie und Bekämpfung der Forleule. Z. f. ang. Entom. Bd. XVII.

Bledowski und Krainska, Die Entwicklung von *Banchus femoralis* Thoms. Mit 36 Tafelabb. u. 2 Textfig. Bibl. Univ. Lib. Polonae 1926, Fasc. 16.

Bohutinsky, 1914, Verheerendes Auftreten der Kieferneule in Böhmen. — Vereinsschr. Forst-, Jagd- u. Naturkunde. Prag 259—260.

Bouvier, 1926, Rückblick auf das Kieferneulenjahr 1924/25. D. F. Z. 266.

Brettmann, 1925, Forleulenflug. D. D. F. Bd. VII, 344.

Buro, 1852, Notiz über den Raupenfraß in den Trachenberger Forsten. Verh. Schles. Forstver. 164—165.

Conrad, A., 1925, Wird die Forleulenkalamität weiter bestehen? D. D. F. Bd. VII, 495.

Dolles, 1897, Streifzug im Gebiete von Feinden unserer schädlichen Waldinsekten. F. N. Z. VI. 257—270.

Eckstein, K., 1913, Zum Auftreten der Forleule. D. F. Z., 35.

—, 1924a, Bausteine z. Lebensgeschichte d. Forleule. Z. f. ang. Entom. X. 313—326.

—, 1924b, Die Kiefern- oder Forleule, *Noctua piniperda*. Neudammer Forstl. Belehrungsheft. Neudamm.

Eidmann, H., 1927, Weitere Beobachtungen über den Nutzen der Ameisen. Anz. f. Schädlk. H. 4.

—, 1927, Eizahl und Eireifung einiger forstlich wichtiger Schmetterlinge. Z. f. an. Entom. XIII.

[1]) Ein ausführliches Literaturverzeichnis findet sich in Sachtlebens Monographie (1929),

—, 1930, Beobachtungen im bayrischen Forleulengebiet. A. f. Schädlk. VI. S. 129 bis 135.

Escherich, K., 1924, Kieferneulenkatastrophe und Forstentomologie. Vortrag. Bericht über die 21. Hauptversammlung d. Dtsch. Forstver.

—, 1925, Eine Reise ins norddeutsche Eulengebiet. Fw. Ctrbl. 1926, H. 1 u. 2.

Escherich u. Baer, 1910, Tharandter Zoologische Miscellen. Dritte Reihe. Kieferneule. N. Z. f. F. u. L. 164—168.

Fuchs, Gilb., 1908, Schmarotzer aus Forleule. N. Z. f. F. u. L. 274.

Fürst, 1895, Forleule in der Mainebene bei Aschaffenburg. Fw. Ctrbl.

—, 1897, Das Auftreten der Forleule in der Main-Rhein-Ebene. Ebenda.

Gigglberger, 1884, Über massenhaftes Auftreten und Verschwinden der Forleule. Fw. Ctrbl. VI. 321—324.

Guse, 1872, Zum Eulenfraß im Regierungsbezirk Gumbinnen. Z.f. F. u. J. Bd. IV. 53.

Habermehl, H., 1924, Beitrag zur Kenntnis der primären und sekundären Schmarotzerwespen der Kieferneule (*Panolis flammea* Schiff). — D. Ent. Zeit. 183—184.

Hartig, Th., 1838, Über den Raupenfraß im Kgl. Charlottenburger Revier während des Sommers 1837. Jahresber. Festschr. Forstw. u. forstw. Naturkunde 1838.

Hase, Albr., 1925, Beiträge zur Lebensgeschichte von *Trichogramma evanescens* Wstw. A. Biol. R. A. XIV. H. 2. 1925. (Hier auch ausführliches Literaturverzeichnis über diesen Parasiten.)

Hausendorff, 1924, Zum Fraß der Forleule in den norddeutschen Kiefernrevieren. Silva, 1924, Nr. 33.

—, 1924, Zur Flugzeit der Forleule. D. D. F. Bd. VI, Nr. 93.

Hennert, C. W., 1798, Über den Raupenfraß und Windbruch in den Kgl. preußischen Forsten 1791—94. Leipzig 1798.

Hesselink E., 1928, Een bijdrage tot de ecologie van het Grovedennenbosch (*Pinus silvestris*). Med. Rijksboschbouwproefstat. III. 2.

Hilf u. Wittich, 1924a, Erfahrungen über den Eulenfraß in der Oberförsterei Biesenthal. D. D. F. Bd. VI, 813—814.

—, 1924b, Betrachtungen über die Ergebnisse der Forleulenprobesammlungen. D. D. F. Bd. VI, 1190.

—, 1924c, Grundsätze für die Auswertung und Handhabung der Forleulenprobesammlungen. Silva. Jhrg. 12, 273—275.

Jatzentkovsky, A. V., 1915, Über die Spermatophore und die Viviparität bei *Panolis griseovariegata* Goeze. Rev. Russ. d'Entom. 14. Petrograd 1915.

Kessel, von, 1924, Vom Eulenfraß in Niedersachsen. D. D. F VI, 811.

Kob, J. A., 1786, Die wahre Ursache der Baumtrocknis der Nadelwälder durch die Naturgeschichte der Forlphaläne. Nürnberg 1786.

König, 1924a, Wie weit ist eine freundlichere Beurteilung der durch den Forleulenfraß geschaffene Lage berechtigt? D. D. F. 1924, 832.

—, 1924b, Der diesjährige Forleulenfraß, eine Katastrophe. D. D. F. VI. Nr. 69, 70, 75.

—, 1924c, Die Erholungsfähigkeit der Kiefer vom Forleulenfraß. Ebenda. Nr. 78.

—, 1925a, Die Forleule und ihr jüngster Fraß. Fw. Ctrbl., 1925, 393—415.

—, 1925b, Die Bekämpfung des Gefolges der Forleule, insbesondere des kleinen Waldgärtners. D. D. F. Bd. VII, 29—31.

Köppen, 1880, Die schädlichen Insekten Rußlands. Petersburg.

Krauße, A., 1924, Die Flugzeit der Forleule. D. D. F. VI, 925.

—, 1925, Einige Notizen über Raupe und Puppe der Forleule. D. D. F VII, 311.

Krebel, J. F., 1802, Tabellarische Übersicht der Waldverheerungsgeschichte 1449 bis 1799. Forst- u. Jagdkalender.

Liese, 1924a, Wiederbegrünung in Forleulenbeständen. D. D. F. VI, Nr. 73.

—, 1924b, Zur Frage der Rosettentriebbildung bei der Kiefer. D. D. F. VI. Nr. 86.
—, 1924c, Neue Wege zur Feststellung des Gesundheitszustandes der Bäume. Z. f. F. u. J.
Ljungdahl, D., 1916, Några lepidopterologiska anteckningar och puppbeskrivningar samt en del parasitstekelfynd. Ent. Tidskr. 37.
Meyer, E. 1931, Beobachtungen und Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Forleule. Z. f. ang. Entom. Bd. XVIII (im Druck).
Mokrzecki, Z., 1928, Die Forleule (*Panolis flammea* Schiff.). Forstentomologische Monographie. 131 Seiten, 2 kol. Taf., 1 Karte und 15 Abb. im Text. Warszawa. (Polnisch.)
Müller, 1925, Umlernen. Z. f. F. u. J. S. 97—105.
Nechleba, 1914, Der Forleulenfraß im Revier Woleschna 1913. — Vereinsschr. Forst-, Jagd- u. Naturkunde. Prag. Nr. 11 u. 12. 614—633.
Neumeister, 1915, Mitteilungen über das Auftreten der Kieferneule im Forstbezirk Dresden. Z. f. ang. Entom. II. 1915, 164—167.
Nitsche, 1896, Der neueste Kiefernspannerfraß im Nürnberger Reichswald. Thar. Jahrb. S. 179 (Raupe von *Panthea coenobita* Esp.).
Oudemans, J. F., 1921, Bijdrage tot de Kennis der Parasieten en Hyperparasieten van de gestreepte Dennenrups (*Panolis griseovariegata* Goeze). Ent. Ber. Ned. Ent. Vereen. Hague. 330—338.
Oberdieck, 1925, Vom großen Waldgärtner. D. D. F. 7. Bd. 900 ff. u. 912 ff.
Prell, H., 1915, Zur Biologie der Tachinen *Parasetigena segregata* Rdi. und *Panzeria rudis* Fall. Z. f. ang. Entom. II. 57—148.
—, 1925a, Grüne Schlupfwespenkokons in Kieferneulenrevieren. A. f. Schädlk. I. 54—55.
—, 1925b, Zur Biologie eines bisher verkannten Kieferneulenschmarotzers (*Microplitis decipiens* n. sp.). Z. f. wiss. Insektb. XX. 137—147.
—, 1925, Kritische Bemerkungen zu Wolff und Kraußes Buch über die Krankheiten der Forleule. Fw. Ctrbl. Bd. 47.
Ratzeburg, J. Th. Ch., 1862, Die Nachkrankheiten und die Reproduktion der Kiefer nach dem Fraß der Forleule. Berlin.
—, 1863, Das forstliche Verhalten der Kiefer nach dem Eulenfraß mit besonderer Beziehung auf Schlesien. Verh. schles. Forstv.
—, 1870, Neue, die Forleule (*N. piniperda*) betreffende Erfahrungen aus der Provinz Preußen. Z. f. F. u. J. 288—300.
Ritzema-Bos, J., 1920, De Gestreepte Dennenrups (*Trachea piniperda* Pz. = *Panolis griseovariegata* Goeze). Tijdskr. over Plantenziekten XXVI (1920). 90 S. mit 2 Tab.
Saalas Uunio, 1929 Verheerungen von *Panolis griseovariegata*, *Blastophaga piniperda* und *Bl. minor* in Valkjärvi (Finnland). An. Soc. Zool. Bot. Fennicae. 8.
Sachtleben, H., 1924, Das Auftreten der Forleule in den Jahren 1922 bis 1924. Mitt. Biol. R. A. Heft 30. (Febr. 1927.) 376—383.
—, 1927, Beiträge zur Naturgeschichte der Forleule *Panolis flammea* Schiff. u. ihre Parasiten. Arb. Biol. R. A. XV. 437—536.
—, 1929, Die Forleule, *Panolis flammea* Schiff. Monographien zum Pflanzenschutz (herausgegeb. von Morstatt), Nr. 3. Berlin, Jul. Springer, 1929.
Schneider, P., 1925, Erfahrungen aus dem Forleulenfraßgebiet. D. D. F. Bd. VII. 390.
Schulze, Hanna, 1926, Über die Fruchtbarkeit der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* Westw. — Ztschr. f. Morph. u. Oecol. Bd. 6, 1926, 554—585.
Sedlaczek, W., 1915, Über das Auftreten der Forleule (*Panolis griseovariegata*) in Nordböhmen im Jahre 1913 (mit 2 Taf.). Verh. Zool. Bot. Ges. Wien.
Sedlaczek, W., und Kubelka, Aug., 1914, Über das Auftreten der Forleule (*Panolis griseovariegata* Goeze) im Jahre 1913 in Nordböhmen. Mit 2 Taf. Mitt. a. d. Forstl. Versuchsw. Österreichs. XXXVIII. Heft, 1914.

Sitowski, Ludw., *Panolis flammea* Schiff. et leur parasites observés en Pologne. Odbitka z Rocznikow Nauk Roöniczych. Tom XII. Poznan (Posen), 1924.

Smits van Burgst, C. A. L., 1920. In Nederland waargenommen Parasieten van de gestreepte Dennenrups (*Panolis griseovariegata* Goeze). Tijdskr. over Plantenziekten XXVI.

—, 1921, Hyperparasitisme bij primaire parasieten van de gestreepte dennenrups (*Panolis griseovariegata* Goeze). Tijds. over Plantenziekten. XXVII.

Sprengel, L., Untersuchungen über Zustand und Entwicklung der Eier in den Ovarien geschlüpfter Lepidopteren. A. f. Schädlk. IV. 25—30.

Streck, 1913, Eulenfraß in Sicht. D. F. Z. 526.

Stubenrauch, 1925, Raupenfraß und Waldgärtner. D. D. F. 7. Bd. Nr. 35.

Theuerkauf, K., 1925, Von der Forleule. D. F. Z. 40. S. 308.

Tubeuf, K. v., 1893 a, *Empusa aulicae* Reich. und die durch den Pilz verursachte Krankheit der Kieferneulenraupe. F. N. Z. 1893, 31—47.

—, 1893 b, Die Eulenraupe in den Staatswaldungen bei Grafenwöhr in Bayern. Ebenda 126.

—, 1930 a, Die Reproduktionsknospen der Kiefer. Z. f. Pflanzenkrkh. 40.

—, 1930 b, Reproduktion der Kiefer nach Eulenfraß und ihre Beurteilung im praktischen Falle. Ebenda.

Vetter, G., 1925, Zur Bekämpfung der Käfer im Eulengebiet. D. D. F. Bd. 7, 245 bis 246.

Vietinghoff, A. von, 1925 a, Eine offene Frage in der Biologie der Kieferneule. A. f. Schädlk. Bd. II 40 u. ff.

—, 1925 b, Kieferneule und Vogelwelt. Ebenda. S. 8.

—, 1925 c, Das Verhalten paläarktischer Vögel gegenüber den wichtigen forstschädlichen Insekten. IV. Die Kieferneule (*Panolis piniperda* Pz.). Z. f. ang. Entom. XI. 247—254.

Voelkel, H., 1925, Über die praktische Bedeutung der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* Wstw. A. Biol. R. R. XIV. H. 2, 97—108.

Wagner, 1852, Über das Auftreten der *Phalaena noctua piniperda* in dem Forstrevier Katholisch-Hammer. — Verh. Schles. Forstvereins. 155—163.

Wagner, 1924, Die Erholung der Eulenfraßbestände in der Rietschener Heide. D. D. F. VI. 855—857.

Walter, Gerh., 1926, Die Bekämpfung der Forleule und der Nonne in den Oberförstereien Biesenthal und Sorau im Jahre 1925. Neudamm.

Weiß, J., 1931, Versuche über die Wirkung von Kontaktgiften auf verschiedene Schmetterlingsraupen. Z. f. ang. Entom. XVII.

Wolff, M., 1914, Über eine Raupenpest der Forleule (*Panolis piniperda*). Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Bromberg. VI.

—, 1915, Entomologische Mitteilungen. (Die europäischen Trichogrammatinen.) Z. f. F. u. J. 1915, 8. u. 9. Heft.

—, 1924 a, Nachschrift zu: Backe, Boden- und Witterungseinflüsse beim Eulenfraß. D. F. Z. 39.

—, 1924 b, Über die Lebensweise der Forleule. D. D. F. 1924, 814 ff.

—, 1924 c, Über Flugzeug und Massenvermehrung der Forleule. D. D. F. Bd. VI, S. 1290.

—, 1924 d, Über Nebenwirtspflanzen der Forleule. D. F. Z. Bd. 39. Nr. 33, 739—740.

Wolff, M., und Krauße, A., 1923, Die prognostische Untersuchung von Forleulenkalamitäten und ihre Verwendung für die forstliche Praxis. Leipzig (Köhler) 1923.

—, 1925, Die Krankheiten der Forleule und ihre prognostische Bedeutung für die Praxis. Breslau, 1925.

Wolff, Krauße, Hilf u. Liese, 1924, Forleule (*Panolis flammea* Schiff.). Forstl. Flugblätter. Nr. 1.

Zederbauer, E., 1911, Klima und Massenvermehrung der Nonne und einiger anderer Forstschädlinge. Mitt. a. d. Forstl. Versuchsw. Österreichs. Wien.
Zinke, G. G., 1798, Naturgeschichte der schädlichen Nadelholzinsekten. Weimar 1798.
Zwölfer, W., 1930, Zur Theorie der Insektenepidemien. Biol. Centralbl. 50. S. 724—759.
—, 1931, Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. (1. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff.). Z. f. ang. Entom. XVII. S. 475—562.

B. Eulen an Laubholz.

Wenn auch eine ganze Reihe von Eulenraupen auf Laubhölzern leben, so kommt doch den wenigsten von ihnen eine größere forstliche Bedeutung zu. Die meisten Laubholzeulen sind stark polyphag und neigen nicht zur Massenvermehrung; es sind daher auch bis jetzt keine ausgedehnteren Verheerungen durch sie erfolgt. Wir begnügen uns hier eine Auswahl häufiger vorkommender Arten, die in der forstlichen Literatur genannt sind, zu geben. Es sind dies:

Earias (Halias) chlorana L.
Hylophila (Halias) prasinana L.
Acronycta aceris L.
— *leporina* L.
— *megacephala* F.
— *alni* L.
— *tridens* Schiff.
— *psi* L.
— *cuspis* Hb.
— *auricoma* F.
Acronycta (Craniophora) ligustri F.
Colocasia (Demas) coryli L.
Diloba coeruleocephala L.
Xanthia citrago L.
Gortyna ochracea Hb.
Dichonia aprilina L.
Taeniocampa incerta Hfn.
— *pulverulenta* Esp.
Calymnia trapezina L.
Catocala fraxini L.
— *nupta* L.
— *elocata* Esp.
— *electa* Bkh.
— *sponsa* L.
— *promissa* Esp.
— *paranympha* L.
— *conversa* Esp.

Earias (Halias) chlorana L.

Weidenkahneule, Weidenkahnspinner.

Ratzeburg: *Tortrix chlorana* L. (Weidenwickler). — Altum: *Halias chlorana* L. — Nitsche: *Halias chlorana* L. — Nüßlin-Rhumbler: *Halias (Earias) chlorana* L. — Wolff-Krauße: *Earias chlorana* L.

Die Gattung *Earias* (bzw. *Halias*) hat ihren Platz im System des öfteren gewechselt. Bei Nitsche finden wir sie unter den Spinnern, bei Spuler nach den Spannern in einer besonderen Familie *Nycteolidae*, bei Nüßlin-Rhumbler vor den Spannern ebenfalls als besondere Familie der „Kahnspinner" *(Cymbidae)* und endlich bei Altum (F. 143) unter den Eulen, und zwar unter der besonders dafür aufgestellten Gruppe der „wicklerartigen Eulen" *(Noctuae chloëphoridae)*. Altum hat damit wieder (wie auch bei den Cossiden und Sesien, die er als „Kleinschmetterlinge" erkannte) seinen guten systematischen Blick bewiesen. Heute besteht über die Zugehörigkeit von *Earias* zu den Eulen wohl kaum mehr ein Zweifel.

Die Charakterisierung der Gattung ist oben (S. 612) bereits gegeben.

Falter: *Earias chlorana* L. ist eine kleine Eule, die in ihrem Habitus dem grünen Eichenwickler, *Tortrix viridana* L., ähnlich ist. Vorderflügel und Oberseite der Brust zart mattgrün, Kopf, Halskragen, Hinterleib, Vorderrand der Vorderflügel und Hinterflügel weißlich (Abb. 592 A). Länge 8 mm, Flügelspannung 22 mm.

Raupe (Taf. XIII, Fig. 1). Kopf klein, kugelig, Leib in der Mitte stark erhöht mit schlank auslaufendem Hinterteil. Kopf hellbraun mit weißlichem Halsbande, Leib grünlich mit weißlichen, mehr oder weniger unterbrochenen Seitenstreifen an beiden Seiten des Rückens. Länge 25 mm.

Puppe gedrungen, oben dunkler, blau beduftet, unten heller, vor dem abgerundeten Afterende jederseits zwei feine Spitzchen, in einem rein weißen, kahnartigen Kokon.

Die Lebensweise dieses kleinen Falters, welcher „von England bis zum Ural zwischen 62° und 43° n. Br." sich wohl überall, außer im höheren Gebirge findet, ist noch nicht völlig klargestellt. Er soll nach verschiedenen Autoren (Kaltenbach, Spuler usw.) eine doppelte Generation haben, im Mai und wieder im Juli fliegen, und in der zweiten Generation als Puppe überwintern. Altum dagegen, der *Earias* eingehend studiert hat, nimmt nur eine einfache, aber unregelmäßige Generation an. Aus einem Teil der Puppen schlüpfen nach diesem Autor die Falter noch im gleichen Sommer, während andere Puppen (gleichen Alters) die Falter erst im nächsten Früh-



A



B

Abb. 592. A *Earias (Halias) chlorana* L., B *Hylophila prasinana* L. 1½×.

jahr entlassen (Altum, F. 146). Möglicherweise kommt neben diesem von Altum beobachteten Entwicklungsgang noch eine echte doppelte Generation vor.

E. chlorana kommt auf verschiedenen Weiden vor, besonders auf *Salix viminalis, caprea, aurita* und *pentandra*. „Das Weibchen belegt die Spitze des jungen Triebes mit einem Ei. Das sich daraus entwickelnde Räupchen zieht vermittelst einiger Fäden die aufkeimenden zarten Blättchen zusammen, bleibt bei dieser Arbeit und steigert dieselbe, bis es völlig erwachsen sich zur Verpuppung anschickt. So ist denn die Spitze der Weidenrute stets versponnen und zur Seite geneigt. Ein langes zusammengedrehtes Blätterknäuel zeigt den Fraß schon in großer Ferne an (Abb. 593). Die Raupe verzehrt aber nicht allein in ihrem Wickel die zartesten Blätter, sondern auch die Spitze der Rute selbst, so daß die letztere Nebenzweige treibt. So wird dieselbe dann durch diesen Fraß für den technischen Gebrauch ganz erheblich entwertet. Statt des erforderlichen langen, geraden Wuchses tritt ein unbrauchbares kurzes, an der Spitze verbissenes, sperriges Gebilde auf. Erwachsen verläßt die bis dahin wicklerartig lebende Raupe ihre Wohnstätte und verpuppt sich frei an Blättern oder Zweigen in einem rein weißen, kahnartigen Kokon."

„Die forstliche Bedeutung ist nach vorstehender Darstellung des Fraßes klar. Wo das Insekt in größerer Menge auftritt, ist der durch dasselbe angerichtete Schaden ganz erheblich. Es fehlt wohl in keiner Weidenanlage, ja, wo auch nur einige wenige der betreffenden Weiden zusammenstehen, wird man nur selten nach jenen Blätterwickeln vergebens suchen."



Abb. 593. Weidentrieb, dessen Blätter von der Raupe von *Earias chlorana* L. zusammengesponnen sind.

Das einzige Gegenmittel[1]) besteht „im Abschneiden und Vernichten dieser Blätterbüschel. Allein wegen der so äußerst unregelmäßigen Flugzeit des Schmetterlinges ist die Arbeit mit einem einmaligen Durchgehen durch die Anlage nicht abgemacht. Neben fast erwachsenen Raupen mit ihren großen weit sichtbaren Büscheln gibt es stets noch sehr junge, deren noch

[1]) Unter den natürlichen Feinden sind vor allem die Schlupfwespen zu nennen, von denen annähernd 1 Dutzend aus *chlorana* gezogen sind.

winziges Versteck nur zu leicht übersehen werden kann. In einem zweimaligen Besuch, etwa im Juni und im September, würden sich die Weidenanlagen von *chlorana* reinigen lassen.“ (Altum l. c.)

Hylophila (Halias) prasinana L.

Buchenkahneule.

Falter (Abb. 592 B): Größer als die vorige Art, Flügelspannweite 32,5 bis 34,5 mm. Vorderflügel breit dreieckig, grau mit verwaschenen, weißlichen Querstreifen; Fransen und Innenrand beim ♂ purpurrot, beim ♀ gelb. Hinterflügel kurz und schmal, das Ende des Hinterleibs erreichend, beim ♂ gelblich, beim ♀ weiß. Fühler purpurrot, borstenförmig, bewimpert.

Raupe glatt, nach hinten stark verjüngt (Abb. 594), gelbgrün, gelb gerieselt, mit drei gelblichen Rückenlinien; Kopf grün, mit gelbem oder rotem Halsring. Die langen Nachschieber, die sie gespreizt halten, mit rotem Strich.



Abb. 594. Erwachsene Raupe von *Hylophila prasinana* L. auf einem befressenen Buchenblatt.



Abb. 595. Kahnförmiges, weißes Kokon von *Hylophila prasinana* L. auf einem Buchenblatt.

Puppe rotblond, fein blaugrau bereift in gelblich-weißem, an der Blattoberfläche angesponnenem kahnförmigem Gehäuse (Abb. 595).

Die Bionomie von *H. prasinana* L. schildert Altum folgendermaßen (F. 144):

„Die Raupe lebt auf verschiedenen Laubhölzern; ganz besonders auf Buchen, weniger auf Eichen, einzeln auch auf Birken. Der Buche folgt sie bis in deren höchste Standorte. Der Falter („Schäferhütchen“) ist in unseren Gegenden wohl nirgends selten, jedoch nur in einzelnen Jahren in größerer Menge vorhanden.“

„Daß aber auch bei dieser Spezies eine Massenvermehrung eintreten kann, durch welche, allerdings unter Beihilfe einiger anderen Raupen-

arten, in erheblichem Umfang ein Kahlfraß, wie durch *pudibunda*, eintritt, war mir (Altum) vor wenigen Jahren noch unbekannt. Der Kahlfraß fand statt 1873 im Berleburgischen (Südwestfalen). Nach Herrn Forstmeister Rotbergs Bericht sind 80 120jährige Buchenbestände, namentlich an Abhängen, und zwar Hunderte von Morgen im Egge- und Rothaargebirge, auf der Wasserscheide der Eder und Lenne so zerfressen, daß er aus der Ferne den bekannten *pudibunda*-Fraß zu sehen glaubte. Die Bestände schienen am 20. August bereits rot und zeigten sich nachher völlig kahl. Der Boden bedeckte sich allmählich mit den an den Blattstielen noch befindlichen gröberen und gröbsten Blattrispen, so daß die Bodendecke statt aus raschelndem Buchenlaub aus einer zaserigen, grobflaumigen Schicht bestand. Herr Rotberg hatte die Güte, außer den Raupen und verschieden stark befressenen Zweigen auch dieses Mulm uns einzusenden. Die *prasinana*-Raupen hatten das weitaus größte Kontingent der Fresser geliefert."



Abb. 596. Buchenblätter von *Hylophila prasinana* L. befressen.

„Viele der eingesandten Puppen entwickelten sich noch in demselben Herbste zu Faltern. Es ist mir unbekannt, ob diese Art, wie die vorige, eine unregelmäßige Entwicklungszeit hat. Die normale Flugzeit ist nach meinen Erfahrungen nicht der Herbst, sondern etwa Ende Mai, Anfang Juni. Allein hier war faktisch das Gegenteil der Fall. An jenem kolossalen Fraße nahm *Demas (Noctua) coryli*, *Notodonta camelina*, *Phalera bucephala* und schließlich auch noch *Orgyia pudibunda* teil. Die letzteren aber traten stark zurück. Im nächsten Sommer, 1874, war *prasinana* derart verschwunden, daß trotz eifrigen Suchens nur ein einziges Stück hat aufgefunden werden können. Ich halte die oben angegebene abnorme Entwicklungszeit des Falters für die Hauptursache dieser Erscheinung."

Unter ganz denselben Umständen bzw. in ganz der gleichen Gesellschaft, wie sie von Altum beobachtet wurde, trat *H. prasinana* L. im Herbst 1928 in verschiedenen Forstämtern der Rheinpfalz (Trippstadt, Otterberg, Fischbach) stärker auf.

Herr Forstmeister Biebl (Forstamt Fischbach bei Dahn) berichtet folgen-

des: „Der Fraß wurde in stärkerem Maße seit Anfang September beobachtet, die Raupe frißt hauptsächlich in dem oberen Teil der Krone und den Zweigspitzen, die teilweise kahlgefressen wurden, ist aber auch in geringerer Anzahl an unterdrückten Buchen bis zu den untersten, beinahe zum Boden reichenden Zweigen zu finden. Der Fraß schreitet flächenweise am Blatt fort, die Mittelrippe bleibt stehen, seltener auch Seitenrippen. Befallen sind eine Anzahl Buchenstamm- und Stangenhölzer, vereinzelt kommt die Raupe auch in 40jährigen Buchen-Dickungen und in Eichenstangenhölzern vor." Neben *H. prasinana* L. beteiligte sich in Fischbach auch der Buchenrotschwanz *(Dasychira pudipunda* L.) an dem Fraß. Herr Forstmeister Bauer (Forstamt Otterberg) bemerkt unter dem 13. September 1928: „An den Buchen (und einzelnen Eichen) in den mit Kiefern gemischten Stangenhölzern und Altholzbeständen auf etwa 40—50 ha des Bezirkes Eselsfurth sind zurzeit die Gipfel, besonders an den Wegrändern, ziemlich stark befressen. Der Fraß macht sich erstlich durch den Kotfall der Raupen auf den Sandwegen bemerkbar." Gleichzeitig mit den *prasinana*-Raupen fraßen hier die Raupen von *Phalera bucephala* L. und *Demas coryli* L.

Die Buchenkahneule scheint nur selten zu einer Massenvermehrung zu gelangen, dann aber meist in Gesellschaft anderer Schmetterlinge, die sich in den optimalen Lebensbedingungen ähneln.

In Polen trat *prasinana* verschiedentlich schädlich an Eichen auf (Woroniecka-Siemaszkowa, 1928).

Acronycta[1]) **aceris** L.

(Taf. X, Fig. 9.)

Ahorneule, Roßkastanieneule.

Eine vor allem durch die lang gelb behaarte Raupe auffallende Laubholzeule, die zuweilen in stärkerer Vermehrung auftreten und zu (wenn auch beschränktem) Kahlfraß führen kann.

Falter: Kopf und Brust lang weißgrau, Hinterleib kürzer behaart. Vorderflügel weißgrau, dunkler bestäubt und mit noch dunkleren, oft verloschenen Zeichnungen. Querstreifen, wenn gut ausgebildet, deutlich doppelt, hinterer Querstreif nahe an den Saum gerückt, wurzelwärts heller, saumwärts dunkler angelegt, Nieren- und Ringmakel dunkel gerandet, zwischen beiden eine etwas hellere Stelle. In der Flügelwurzel ein nicht sehr deutlicher, verästelter Längsstreif. Fransen an den Adern dunkel durchschnitten. Hinterflügel weiß mit gelbgrau bestäubten Adern. Fühler bei ♂ und ♀ gleichgebildet. Spannweite 40—45 mm.

Eier platt, hellgelb, später orange und zuletzt rötlich grau mit feinen weißlichen Querstrichen.

Erwachsene Raupe (Taf. XIII, Fig. 2). Kopf schwarzbraun mit gelbem Winkelfleck. Leib rotgelb, auf jedem der Ringe 1—11 ein weißer, schwarz gesäumter Fleck, der auf den Ringen 1—3 lang und schmal, auf den Ringen 4—11 rautenförmig ist. Auf Ring 12 eine schmale, schwarze Mittelbinde. An den Seiten lang gelb behaart, auf den Ringen 4—12 jederseits neben dem Rautenfleck ein langer, fuchsroter Haarschopf. Länge bis 5 cm.

Puppe in einem harten, geleimten Gespinste, schlank, rotbraun; Afterende mit 2 buckelförmigen, mit je 5 Häkchen besetzten Erhöhungen.

Die Verbreitung dieser gemeinen Art reicht von Schweden bis Sizilien und von England bis zum Ural.

Der Falter fliegt im Mai und Juni und legt seine Eier in geringer Höhe an die Fraßpflanzen. Als solche werden außer Roßkastanien, Ahornen — unter denen nach Altum Bergahorn bevorzugt wird — und Eichen,

[1]) Die Charakteristik der Gattung *Acronycta* siehe oben S. 613.

gewöhnlich noch genannt Linde, Rüster und Buche. Die Raupe skelettiert anfänglich die Blätter und frißt sie später bis auf die stärksten Rippen auf (Abb. 597). Über einen Fall von Entlaubung einer Allee von 400 Kastanienbäumen berichtet Ratzeburg (W. II. 297). Tritt Kahlfraß an Ahornen zeitig ein, so kann ein Wiederergrünen in demselben Jahre erfolgen. Dies berichtet Ratzeburg (W. II. S. 293 und 296—298), der auch genau die alsdann erfolgenden Reproduktions-Erscheinungen schildert. Die Raupe sitzt ziemlich fest an den Zweigen, ist nicht leicht abzuschütteln und bleibt fest bis zum Laubfall auf den Bäumen. Alsdann steigt sie herab und verpuppt sich in einem harten, geleimten Kokon an den Stämmen in Ritzen oder in sonstigen niedrigen Schlupfwinkeln, wo die Puppe überwintert.



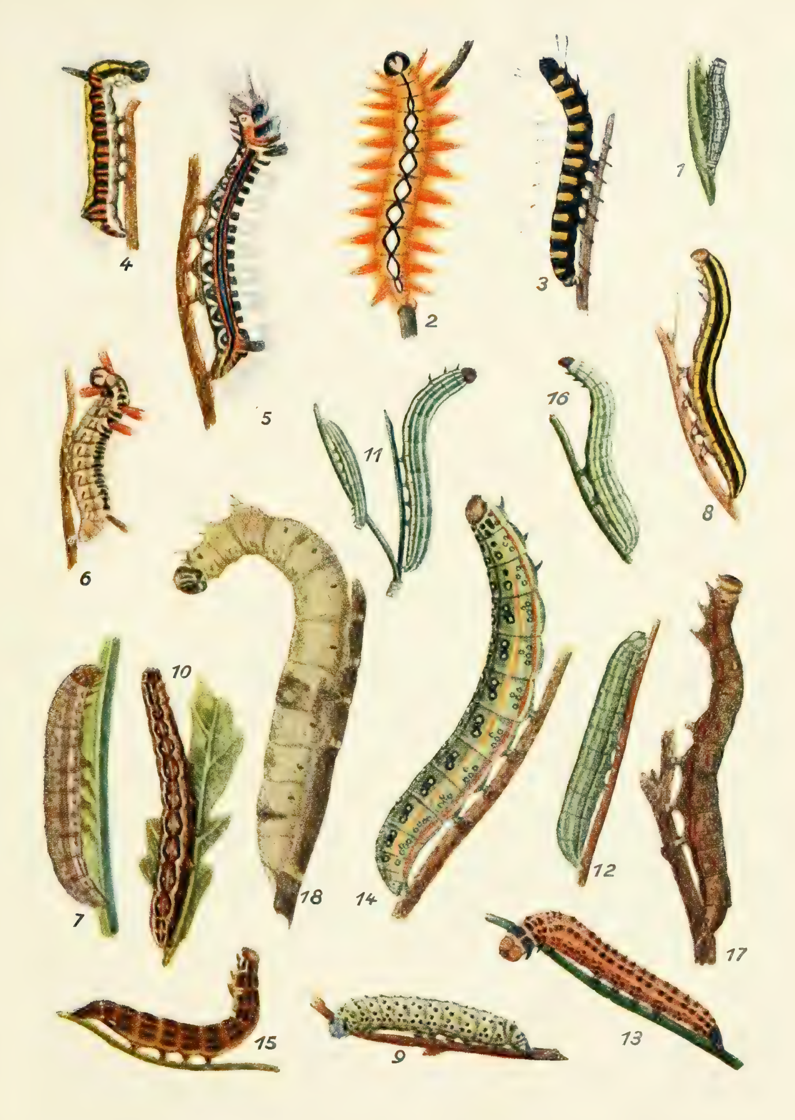
Abb. 597. Kastanienzweig, dessen Blätter von der Raupe von *Acronycta aceris* L. bis auf die Rippen befressen sind.

Als besonders schädlich läßt sich der Fraß nicht bezeichnen, bei öfteren Wiederholungen kann er jedoch unangenehm werden.

Von den übrigen oben genannten *Acronycta*-Arten sind auffallendere Fraßbeschädigungen bisher nicht beobachtet. Da jedoch der Forstmann den Raupen derselben öfter begegnet, so seien sie hier kurz (nach Spuler) beschrieben:

***Acr. leporina* L.** (Taf. X, Fig. 23): Die Raupe grün, mit langen, gebogenen, weißen oder graulichen Seidenhaaren dicht besetzt; auf dem 4., 6., 8. und 11. Ringe je ein dünner schwarzer Haarpinsel, welcher indes auch vielfach ausbleibt, oder gelb mit gleichfarbiger Behaarung und mit einer schwarzen Rücken- und Seitenlinie. Länge 4—5 cm. Sie lebt vom Juli bis September an Erlen, Weiden und andern Laubhölzern und verpuppt sich in morschem Holz. Puppe dunkelbraun.

***Acr. megacephala* F.:** Die Raupe ist bräunlich, auf dem Rücken schwärzlich, dicht besetzt mit erhabenen gelben Pünktchen und rostfarbenen und lichtbraunen Wärzchen, auf denen gelbliche Haarbüschel stehen, die an den Seiten am längsten



Eulenraupen

1 Earias chlorana *L.* 2 Acronycta aceris *L.* 3 A. alni *L.* 4 A. psi *L.* 5 Panthea coenobita *L.* 6 Colocasia (Demas) coryli *L.* 7 Agrotis vestigialis *Rott.* 8 Mamestra pisi *L.* 9 Diloba coeruleocephala *L.* 10 Dichonia aprilina *L.* 11 Panolis piniperda *Pz.* 12 Taeniocampa incerta *Hfn.* 13 Gortyna ochracea *Hb.* 14 Calocampa exoleta *L.* 15 Scopelosoma satellitia *L.* 16 Plusia gamma *L.* 17 Pseudophia lunaris *Schiff.* 18 Catocala fraxini *L.*

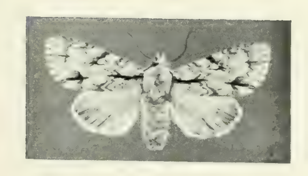
sind. Auf dem 11. Ringe befindet sich ein großer, länglich viereckiger, gelber, schwarz gesäumter Fleck. Der große Kopf an den Seiten schwarz, mit einer doppelten hellen Gabelzeichnung über dem Mund. Länge 4—5 cm. Sie lebt, bei Tage mit Vorliebe in den Rindenspalten ruhend, im Juni und von Juli bis Oktober an allen Arten von Pappeln und Weiden und verwandelt sich in eine glänzend braune Puppe.

***Acr. alni* L.** (Abb. 598 C): Die Raupe (Taf. XIII, Fig. 3) ist in der Jugend einem Vogelexkremente ähnlich, grau, die vier letzten Ringe schmutzigweiß, der erste Ring ockergelb mit vier kolbigen, schwarzen Haaren; Behaarung gelblich. Erwachsen mattschwarz, stahlblau glänzend mit zwölf mondförmigen hochgelben Rückenflecken und schwarzen Wärzchen; auf den Flecken stehen einzelne ruderförmige, schwarze Haare; auf den Wärzchen kurze Borsten. Kopf herzförmig eingeschnitten, schwarz. Länge 4 cm. Sie lebt im Sommer an Erlen, aber auch an Zitterpappeln, Eichen, Linden, Kirsch-, Nußbäumen und Rosen, zumeist auf Birken, sitzt in der Ruhe gekrümmt auf der Oberseite eines Blattes und verwandelt sich in einem Gespinste zu einer länglichen, rotbraunen Puppe.

***Acr. tridens* Schiff.:** Die Raupe ist schwarz mit einem rotgelben, durch eine schwarze Mittellinie geteilten Rückenstreifen, in welchem auf dem 4. Ringe ein kurzer, schwarzer Zapfen und auf dem 11. Ringe eine lang behaarte, schwarze, rot und weiß gefleckte Erhöhung stehen; an den Seiten mit einem breiten, weißgrauen, rötlichgelb gefleckten Längsstreifen. Kopf glänzend schwarzgrau. Länge 4 cm. Sie lebt im Sommer, resp. von Mitte Mai bis Juli und von August bis Mitte Oktober besonders an Weißdorn *(Crataegus oxyacantha)*, ferner *Prunus*-Arten, *Rhamnus frangula*, Eichen, Erle *(Aln. incana)* und auch Weiden. Puppe braun.



A



B



C

Abb. 598.
Verschiedene *Acronycta*-Arten: A *Acr. cuspis* Hb., B *Acr. psi* L., C *Acr. alni* L.

***Acr. psi* L.** (Abb. 598 B): Die Raupe (Taf. XIII, Fig. 4) ist der von *tridens* ähnlich, nur ist der breite Mittelstreifen schwefelgelb und der Fleischzapfen auf dem 4. Ringe sehr lang, die Erhöhung auf dem 11. klein. Auf jedem Ringe zwei gekrümmte, hochrote Striche und eine weißliche Längslinie über den Füßen. Kopf schwarz mit 2 gelben Streifen. Länge 3—4 cm. Sie lebt im Sommer und Herbst polyphag auf Laubholz.

***Acr. cuspis* Hb.** (Abb. 598 A): Die Raupe ist denen der zwei vorhergehenden Arten ähnlich, doch hat sie auf dem 4. Ringe statt des Fleischzapfens einen langen und dichten Haarpinsel. Bauch schwarzgrau gefleckt. Länge 4—5 cm. Sie lebt im Spätsommer und Herbst nur an Erlen und verwandelt sich an der Erde in einem Gespinste zwischen Blättern zu einer schwarzbraunen Puppe.

***Acr. auricoma* F.:** Die Raupe ist dick, walzig, schwarz, mit einem Gürtel von 10 rotgelben, sternhaarigen Warzen auf jedem Ringe, deren Rückenpaar stärker und lebhafter rostrot behaart ist. Füße gelbrot. Kopf glänzend braun. Länge 4 cm. Sie lebt von Juni bis Oktober an Heidelbeeren (*Vaccinium myrtillus* und *Vitis idaea*), Bocksbeeren (*Rubus caesius* und *fructicosus*), an Heide (*Calluna vulgaris*) und polyphag an Laubholz.

***Acr. (Craniophora) ligustri* F.:** Die Raupe ist dick, spindelförmig mit tiefen Ringeinschnitten und dünn schwarz behaart; gelblichgrün mit einem gelblichweißen Rückenstreifen, und zu jeder Seite des Rückens einem gelben Längsstreifen, und dazwischen auf jedem Ringe zwei weißen Punkten. Luftlöcher mennigrot. Kopf dunkelgrün. Länge 4 cm. Sie lebt von Juni bis zum Herbst an Hartriegel (*Ligustrum vulgare*) und Eschen und verwandelt sich in einem schwärzlichgrauen Gewebe zu einer rotbraunen Puppe mit hellerem Hinterleibe.

Colocasia (Demas) coryli L.

(Taf. X, Fig. 17.)

Spinnereule, graue Eicheneule.

Die durch deutlichen Spinnerhabitus (auch der Raupe) ausgezeichnete Eule lebt hauptsächlich auf Eiche, Hasel und Buche.

Falter: Brust lang grau und braun, Hinterleib etwas kürzer behaart mit langen Schöpfen auf Ring 2 und 3. Wurzelhälfte der Vorderflügel bis zum hinteren Querstreif dunkelbraun, zwischen dem, wenn deutlich entwickelt, in der Mitte lang gezähnten vorderen und dem hinteren Querstreifen dunkler, nur neben dem Ende des hinteren Querstreifens am Vorderrande heller. Ring- und Nierenmakel schwarz gerandet. Saumhälfte der Vorderflügel hellgrau mit wurzelwärts dunkler angelegter Wellenlinie. Fransen dunkler, an den Adern hell durchschnitten. Hinterflügel gelbgrau, am Saum breit dunkler. ♂ mit ziemlich lang doppelt gekämmten, ♀ mit sehr kurz gezähnten Fühlern. Spannweite 30—33 mm.

Eier kugelig, weiß oder bräunlich, mit Längs- und Querstreifen.

Raupe (Taf. XIII, Fig. 6) 16füßig. Kopf glänzend rotgelb, Leib hell rotbraun oder bleich fleischfarbig, Ringe 1—3 allerwärts ganz schwarz bis auf die haartragenden Warzen, oder wenigstens 2 breite Streifen neben der Mitte dunkelbraun oder schwarz. Ringe 4—11 mit ebensolchem Rückenstreif, der sich auf den Einschnitten zwischen den Ringen seitlich mehr oder weniger verbreitert. Ring 1 mit einem queren, haartragenden Wulst und jederseits einer großen Warze. Auf allen anderen Ringen eine Querreihe heller, auseinanderstehende, helle Haare tragender Warzen. Nur auf Ring 2 zwei seitliche, auf den Ringen 4, 5 und 11 je ein mittlerer fuchsroter Haarbusch. Der Busch auf Ring 11 mitunter schwarz. Bauch in der Mitte und auf den Einschnitten mit dunklen Flecken. Länge ungefähr 3—4 cm.

Puppe in dünnem, aschgrauem, oberirdischem Gespinste, schwarz mit rotbraunem Hinterleibe und lang stielförmigem Afterende, das an der Spitze mit kurzen Häkchen besetzt ist.

Verbreitung durch ganz Europa mit Ausnahme der nördlichsten Gegenden, östlich bis zur Wolga, südlich bis zur Breite der Lombardei.

Der Falter fliegt im Frühjahr im Mai bis Juni, die Raupe lebt von Juli bis spät in den Herbst hinein polyphag auf verschiedenen Laubbäumen, vor allem Eiche, Buche und Hasel, dann auch auf Linde, Erle, Rüster, Birke und Weißbuche. Altum und Forstmeister Biebl be-

richten über einen stärkeren Fraß der Spinnereule zusammen mit *Earias prasinana* L. an Buchen (s. oben S. 766 und 767).

Diloba coeruleocephala L.[1]).

(Taf. X, Fig. 15.)

Blaukopf, Brillenvogel.

Eine durch die charakteristische Vorderflügelzeichnung (die 3 Makeln im Mittelfelde der violettbraunen Vorderflügel stellen rechterseits deutlich die Ziffer „86" dar, linkerseits deren Spiegelbild) und durch die Raupe (blaugrauer Kopf) leicht kenntliche Eule, die hauptsächlich an Obstbäumen schädlich wird, besonders durch den Fraß an Knospen, jedoch mitunter auch im Walde, vor allem an Eichen, vorkommt.

Falter: Kopf, Brust und Beine dicht und lang wollig dunkelbraun, Hinterleib kürzer und hellbraun behaart. Auf den Vorderflügeln die beiden nach hinten einander genäherten, schwarzen Querstreifen scharf gezeichnet, zackig gebrochen, der hintere am Vorderrande deutlich doppelt, die gewellte Saumlinie aus kleinen, auf den Adern unterbrochenen, dunklen Bogen bestehend. Wurzelfeld und Saumfeld rotbraun, in ersterem ein dunkler Längswisch, letzteres von der verloschenen Wellenlinie gegen die Saumlinie hin hellgrau bestäubt. Mittelfeld veilgrau mit drei großen, grünlich gelben, zusammenstoßenden, im Innern grau bestäubten Makeln, deren Gestalt man wohl auch mit einer Brille verglichen hat. Hinterflügel weißlich grau mit gewellter, schmaler, dunklerer Saumlinie und einem dunklen Fleck am Afterwinkel. ♂ mit lang doppelt gekämmten, ♀ mit kurz gezähnten, gelbbraunen Fühlern. Spannweite 40—45 mm.

Eier halbrund, grauweiß mit grünen Längsstreifen und ebensolchem Rande, mit „geknöpften Fäden" besetzt. Es sind dies wahrscheinlich die Schuppen des Hinterleibsendes des ♀, die, wie Nitsche fand, eine ähnliche Gestalt haben.

Raupe (Taf. XIII, Fig. 9) 16füßig. Kopf blaugrau mit zwei großen schwarzen Flecken, daher der Name der Art. Auf der Unterseite von Ring 1 zwischen Unterlippe und erstem Beinpaar ein mittlerer, weicher Zapfen. Leib bläulich- oder grünlichweiß mit verwaschenen, gelben Längsstreifen auf dem Rücken und einem scharfen, gelben Seitenstreifen durch die schwarzen Luftlöcher. Bauch graugrün. Auf Rücken und Seiten viele schwarze, warzenartige, je ein kurzes schwarzes Haar tragende Flecke, die Querreihen bilden, und zwar eine auf Ring 2 und 3 und zwei auf den übrigen Ringen. Diese Warzen bilden zugleich auch Längsreihen. Länge 4—5 cm.

Puppe in einem oberirdischen, festen, engen, grauen Gespinste, braun, auf dem Rücken dunkler, bläulich bestäubt. Afterende mit 2 spitzen Ecken auf jeder Seite, auf denen vier Börstchen stehen.

Verbreitung durch ganz Europa, mit Ausnahme des hohen Nordens, östlich bis zur Wolga und Kleinasien, südlich bis Sizilien (Nitsche).

Der Falter fliegt meist im Herbst, von September ab, und legt die grünlichen Eier einzeln oder zu 5—8 mit brauner Wolle bedeckt an der Rinde der Stämme oder Äste ab. Die im Frühjahr auskommenden Räupchen fressen zuerst die Knospen aus, dann alles Grüne, einschließlich der jungen Früchte. Ende Juni verspinnen sie sich an Rinde, Mauerwerk usw. in festem mit Kot-, Holzstückchen oder dergleichen durchsetzten Gespinst, in dem erst nach einigen Wochen die Verpuppung stattfindet. Ausnahmsweise kann der Falter auch erst im Frühjahr fliegen; dann verkürzt sich natürlich die Dauer des Eizustandes ganz wesentlich.

---

[1]) Ratzeburg (F. II. 168) behandelt diese Art unter den Spinnern. Die Charakteristik der Gattung *Diloba* s. oben S. 615.

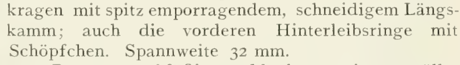
Der „Blaukopf“ richtet an Obstbäumen oft recht empfindlichen Schaden an. Außer an Obstbäumen kommt die Raupe an Schleh-, Weißdorn, Linde, Hasel und Eiche vor. An den letzteren beiden ist schon auffallender Fraß beobachtet (Ratzeburg, F. II. 168).

Xanthia citrago L.

Zitroneneule.

Die „Zitroneneule“ (so genannt wegen der gelben Farbe des Falters) ist (in Italien) an Linden schädlich aufgetreten und deshalb von Cecconi in seinem „Manuale di Entomologia forestale“ als Forstinsekt angeführt. Da sie über ganz Europa verbreitet ist, so sind natürlich ähnliche Schäden auch in unserem Gebiet nicht ausgeschlossen.

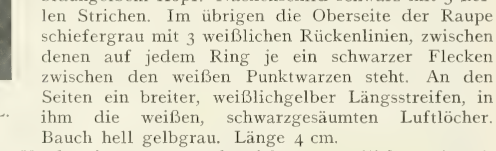
Falter (Abb. 599): Vorderflügel goldgelb, rostfarben bestäubt; Querlinien rostfarben, sehr ausgeprägt, zwischen ihnen ein breiterer Mittelschatten. Wellenlinie kaum sichtbar. Umsäumung der Makeln und der Rippen lebhaft braunrot. Hinterflügel gelblich weiß. Thorax hinter dem mitten schneidig zusammenstoßenden Hals-



kragen mit spitz emporragendem, schneidigem Längskamm; auch die vorderen Hinterleibsringe mit Schöpfchen. Spannweite 32 mm.



Abb. 599. *Xanthia citrago* L.



Raupe 16füßig, schlank, wenig gewölbt, nach hinten verdickt, nackt mit kleinerem, flachem, braungelbem Kopf. Nackenschild schwarz mit 3 hellen Strichen. Im übrigen die Oberseite der Raupe schiefergrau mit 3 weißlichen Rückenlinien, zwischen denen auf jedem Ring je ein schwarzer Flecken zwischen den weißen Punktwarzen steht. An den Seiten ein breiter, weißlichgelber Längsstreifen, in ihm die weißen, schwarzgesäumten Luftlöcher. Bauch hell gelbgrau. Länge 4 cm.

Die geographische Verbreitung erstreckt sich vom südlichen Skandinavien und Südfinnland durch Nord-, Mittel- und Osteuropa bis zu den Pyrenäen, Nord- und Mittelitalien und Südrußland.

Der Falter fliegt August bis September, legt seine Eier an die Zweige der Linde. Die Eier überwintern und ergeben im folgenden Mai die Raupen, die 6 Wochen fressen und sich im Juli an der Stammbasis verpuppen (Puppe rotbraun). Die Hauptfraßpflanze ist Linde. In Vallombrosa, einem hochgelegenen Ort bei Florenz, mehrere Jahre hindurch an jungen Linden recht bemerkenswert aufgetreten.

Gortyna ochracea Hb.

(Taf. X, Fig. 20.)

Gemeine Markeule.

Diese ziemlich häufige, über ganz Europa und einen Teil von Westasien verbreitete Eule weicht biologisch von allen anderen, hier genannten Arten durch die bohrende Lebensweise ihrer Raupe wesentlich ab. Letztere lebt in den Stengeln verschiedener krautartiger Pflanzen, in den Zweigen von *Sambucus nigra* und in den jungen Ruten von Korbweiden.

Falter: Vorderflügel mit scharfer Spitze und etwas geschwungenem und gewelltem Saume, goldgelb, rostrot bestäubt, mit rostroter Zeichnung. Makel nicht deutlich; Saumhälfte des Wurzelfeldes und die gewässerte Binde veilbraun; desgleichen die gewellte Saumlinie und die Fransen. Hinterflügel gelblich, Adern und Saumlinie rötlich bestäubt. Fühler beim ♂ kurz gewimpert. Spannweite 35 mm.

Raupe (Taf. XIII, Fig. 13) 16füßig, braunköpfig, fleischrot, Rückenstreif und Seitenteile weißlich. Ring 1 mit großem, dunklem, durch die Rückenlinie geteiltem Nackenschilde. Ring 12 mit dunkler Afterklappe. Die übrigen Ringe mit schwarzen, ein kurzes Börstchen tragenden Warzen. Auf dem Rücken von Ring 2 acht, von Ring 3 sechs, auf den übrigen je vier solche Warzen. Um jedes Luftloch drei bis vier Warzen, über den Füßen noch je eine Warze, und auf der Seite jedes Afterfußes ein schwarzes Schildchen. Länge ungefähr 3—3,5 cm.

Puppe rotbraun, gestreckt, mit 2 scharfen, feinen Dornen am Afterende. Hinterleibsringe, mit Ausnahme der drei letzten, am Grunde stark punktiert. Länge 16 mm.

Der Falter fliegt im Hochsommer bis Oktober und legt seine platten Eier an die Basis von dickstengeligen Kräutern oder an die jungen Triebe von Sträuchern. Seine Raupe bohrt in den krautartigen Pflanzen dicht über und in dem Wurzelstock, besonders in Disteln, Kletten, Wollkraut (*Verbascum* L.) sowie Baldrian (*Valeriana* L.), *Scrophularia* L., *Eupatorium* L., und Fingerhut (*Digitalis* L.).

Von Sträuchern war bisher nur der schwarze Holunder, *Sambucus nigra* L., als Fraßpflanze bekannt, doch hat Henschel (1888) die Raupe bei Wien auch in *Salix viminalis* L. nachgewiesen, und zwar in den Maitrieben. Die von ihr bewohnten Ruten waren geknickt und zeigten in der Nähe dieser Stelle ein rundliches Loch, das mit grobem Raupenkote verstopft war; sie waren von der Spitze herein im Vertrocknen begriffen, die Rinde war stellenweise geschwärzt. Der Fraßgang verlief bis auf 32 cm Länge im Markkörper der Rute nach abwärts, reichte aber in der Nähe des erweiterten Puppenlagers bis auf den Bast. Das Puppenlager befand sich 6—7 cm über dem von der Raupe vorbereiteten, schwach wieder versponnenen und durch Nagespäne abgeschlossenen, großen, ovalen Flugloch. Es war gleichfalls nach unten durch einen Spanpfropf abgeschlossen. Die Verpuppung erfolgte vom 12. bis 17. Juli. Obgleich eine größere Verwüstung durch diese Raupe noch nicht bekannt geworden, dürfte sie doch bei Massenvermehrung sehr schädlich werden können. Abschneiden der befallenen Ruten dicht über der Erde Ende Juni, Anfang Juli und Verbrennen derselben dürfte die einzig mögliche Abwehr sein. Als Vorbeugung wäre „regelmäßiger einjähriger Schnitt" der Ruten anzuempfehlen, vorausgesetzt, daß die Eier nicht am älteren Holze abgelegt werden. Denn man darf wohl als Regel annehmen, daß das Ei überwintert und die Raupe ausschlüpft, wenn die Weiden zu treiben beginnen (Nitsche).

Nach Gillmer (1908) vernichteten Ohrwürmer viele Puppen; als Parasiten züchtete er *Ichneumon sanguinatorius* Grav.

Forstlich noch weniger auffallend als die bisher besprochenen Laubholzeulen, aber doch zuweilen in größerer Zahl vorkommend, sind die folgenden (von Nitsche angeführten) Arten:

***Dichonia aprilina* L.** Falter (Taf. X, Fig 22): Kopf und Brust lang behaart, hellgrün, letztere mit schwarzen Zeichnungen auf Halskragen und Schulterdecken Hinterleib kurz behaart, hellgrün, hinten schwarz bestäubt, Vorderflügel hellgrün, mit tief schwarzen, sehr scharfen, zum Teil weiß geränderten Zeichnungen. Hinterflügel am Grund heller, am Saum tiefer grau, mit 2 dem Saum nahegerückten, unscharfen, hellen Querbinden. Spannweite 40—50 mm.

Raupe (Taf. XIII, Fig. 10) braunköpfig, mit dunkleren Netzzeichnungen und einem noch dunkleren, X-förmigen Flecke, Leib heller oder dunkler braungrau, dunkler gerieselt. Diese Rieselungen bilden auf jedem Ringe eine schwache Rauten-

zeichnung, die einen weißen Mittelstreif und seitlich von ihm jederseits einen hellen Punkt einschließt. Die seitlichen Rautenecken werden durch einen undeutlichen, oben dunkleren, unten hell gesäumten Strich verbunden. Auch durch die Luftlöcher ein dunklerer Längsstreif. Länge 4—5 cm.

Puppe in losem Gespinste, mit zwei gekrümmten Dornen am kurz stielförmigen Afterende.

Der in ganz Europa von England bis zur Wolga und von Petersburg bis Oberitalien verbreitete Falter fliegt im August und September. Wahrscheinlich überwintern die Eier, und die Raupen fressen im Frühjahre an Eiche, ihrer eigentlichen Nährpflanze, gelegentlich wohl auch an Apfel, Linde und Buche.

***Taeniocampa incerta* Hfn.** Falter (Taf. X, Fig. 11): Kopf und Brust lang, Hinterleib kurz violettbraun und hellgrau behaart. Vorderflügel violettgrau mit undeutlichen Querstreifen, fein weißlich umzogener Ring- und Nierenmakel, zwischen denen eine verwaschene, braune Querbinde liegt, mit weißlicher, unter dem Vorderrande abgesetzter, wurzelwärts fleckenartig braun gesäumter Wellenlinie. Hinterflügel hell braungrau, am Saume dunkler, mit hellen Fransen und schwachem Mittelmonde. Fühler des ♂ mit kurzen, gewimperten Kammzähnen. Spannweite 35—40 mm.

Raupe (Taf. XIII, Fig. 12): Kopf bläulich grün; Leib grün, gelblich weiß gerieselt, mit einigen hellen Längslinien und einem hellgelben, oben fein schwarz gesäumten Längsstreifen über den hellen, schwarz umrandeten Luftlöchern. Länge 3—4 cm.

Puppe mit einer zwei Dornen tragenden Warze am Afterende.

Der im ganzen mittleren Europa gemeine und auch in Nordamerika vorkommende Falter fliegt im zeitigen Frühjahr, und seine Raupe frißt bis gegen Juli an Eichen, Birken und anderen Laubhölzern.

***Taeniocampa pulverulenta* Esp.** (*cruda* Tr.). Falter: Vorderflügel rötlich grau, wie bestäubt, entweder einfarbig oder mit feinen, dunkeln Punkten statt der Querstreifen; gewöhnlich nur die dunklere, etwas heller umzogene Nierenmakel deutlich; Hinterflügel grau. ♂ mit doppelt gekämmten Fühlern. Spannweite bis 30 mm.

Raupe: Kopf braun mit dunkleren Punkten, Nackenschild und Afterklappe dunkelbraun. Leib gelbgrün oder braun, auf dem Rücken drei feine, helle Längslinien und ein gelber, breiter Längsstreif. Auf jedem Ringe oben viel feine dunkle Punkte und ein Punkt über, sowie einer unter den Seitenstreifen. Länge 3—4 cm.

Puppe mit 2 auswärts gebogenen Dornen am Afterende.

Der im ganzen mittleren Europa verbreitete Falter fliegt im zeitigen Frühjahr, und die Raupe frißt bis zur Sonnwendzeit an Eichen und auch Birken[1]).

***Calymnia trapezina* L.** Falter (Taf. X, Fig. 18): Kopf und Brust lang behaart, von der Grundfarbe der Vorderflügel. Diese ockergelb bis rotgelb, mit geradem, schräggestelltem, vorderem und einfach gegen die Spitze zu geschwungenem hinterem Querstreif. Beide doppelt, gegen das Mittelfeld zu dunkel, nach außen hell. Nierenmakel am deutlichsten, unten schwarz ausgefüllt. Wurzelfeld und gewässerte Binde am hellsten Saum mit feinen, schwarzen Punkten. Hinterflügel grau mit hellerem Vorderrand und Fransen. Spannweite ungefähr 30 mm.

Raupe gelblich oder bläulich grün, mit feinen, schwarzen, weiß gesäumten Wärzchen, drei weißen Rückenlinien und breitem, schwefelgelbem Seitenstreif. Länge 2,5—3 cm.

Der sehr gemeine, durch ganz Mitteleuropa verbreitete Falter fliegt im Juli und August. Die Raupe, als Mordraupe bekannt, frißt im Frühjahr an den verschiedensten Laubhölzern, besonders an Eiche (s. Anm. 1).

---

[1]) Nach K. Eckstein (i. l.) ist im letzten Jahr in der Oberförsterei Rosenfeld (Reg. Merseburg) eine andere Art, *Taeniocampa munda* Esp., an Eichen schädlich aufgetreten, zugleich mit *Calymnia trapezina* L.

Als auffallendste Erscheinungen unter den Eulen seien noch angeführt die Ordensbänder, der Gattung **Catocala** angehörig, welche zu den spannerartigen Eulen gehören und die größten europäischen Eulen darstellen. Die großen dreieckigen Vorderflügel tragen auf grauem oder braunem Grunde eine ziemlich wirre Zackenzeichnung, ihre breit gerundeten Hinterflügel dagegen breite tiefschwarze Binden auf dunkel karminfarbenem (*Catocala sponsa* L. und *C. promissa* Esp.), oder rosafarbenem (*electa* Bkh.) oder zinnoberrotem (*C. nupta* L. und *elocata* Esp.) oder gelbem (*C. paranympha* L. [Taf. X, 13], oder endlich auf blauem (*C. fraxini* L., Abb. 600) Grunde. Auf der Unterseite sind beide Flügelpaare weiß, schwarz und entweder rot oder gelb gebändert.



Abb. 600. *Catocala fraxini* L., das blaue Ordensband. ca. 3/4.

Die Falter sitzen am Tage mit flach angelegten Flügeln an Mauern, Baumstämmen und sind infolge der grauen Färbung schwer sichtbar. Fast noch mehr gilt dies für die langgestreckten, seitlich haarig begrenzten, unten sehr flachen und auf jedem Ringel schwarz gefleckten Raupen (Taf. XIII, Fig. 18), die sich tagsüber „fast zur Ununterscheidbarkeit“ an die Zweige und Stämme zu schmiegen wissen. Sie leben ausschließlich auf Laubbäumen, vor allem auf Eichen, Pappeln und Weiden.

Keinem der Ordensbänder kommt irgendwelche forstliche Bedeutung zu, da sie durchgehends nur vereinzelt vorkommen; sie stellen aber sehr auffallende Laubholzbewohner dar, weshalb sie hier angeführt sind.

II. Kulturschädlinge.

In dieser Gruppe fassen wir alle jene Eulen zusammen, deren polyphage Raupen durch Zerstörung junger Nadelholz- oder auch Laubholzkulturen schädlich werden. Die hierher gehörigen Formen sind allgemein wirtschaftlich betrachtet wohl zu den wichtigsten Eulen zu zählen. Landwirtschaftlich gehören einige von ihnen in die Reihe der schlimmsten Großschädlinge. Forstlich treten sie dagegen bedeutend zurück, wenn auch einzelne dieser Eulen sehr schädliche Nadelholzkulturverderber darstellen.

Als forstliche Kulturschädlinge kommen in Betracht:

Agrotis vestigialis Rott., Kiefernsaateule (Kiefer, Fichte, Lärche).
— *segetum* Schiff., Wintersaateule (Kiefer, Fichte, Lärche, Laubholz).
— *tritici* L., Getreideeule (Kiefer).
— *exclamationis* L. (Kiefer).
— *nigricans* L. (niedere Pflanzen).
— *corticea* Hb. (niedere Pflanzen).
Scopelosoma satellitium L. (Buchenaufschlag).
Plusia gamma L., Gamma-Eule (Kiefernsaaten).
Pseudophia lunaris Schiff., Braunes Ordensband (junge Eichen).
Mamestra pisi L., Erbseneule (Fichte).
Calocampa exoleta L. (Lärche).
— *vetusta* Hb. (Lärche).

Gattung Agrotis Ochsh. [1]).

Erdeulen.

Die Gattung *Agrotis* ist sehr artenreich; bei Spuler sind für Europa nicht weniger als 143 Arten beschrieben. Es handelt sich meist um düster, graubraun oder braun gefärbte Falter mit helleren Hinterflügeln. „Die Erdeulen tragen ihren Namen daher, daß die Falter wie die Raupen mehr wie andere Schmetterlinge an die Erde gebunden sind. Die Falter ruhen tagsüber möglichst nahe deren Oberfläche mit wagerecht getragenen Flügeln und laufen bei Störung erst eine Strecke, bevor sie sich zu niederem Flug erheben“ (Reh). Die Raupen sind plump, walzenförmig, unscheinbar düster gefärbt (erdfarbig); sie überwintern gewöhnlich halbwüchsig, sind ziemlich träge, nähren sich von niederen Pflanzen, leben tagsüber gewöhnlich unterirdisch an Wurzeln und kommen des Nachts zum Fraß an die oberirdischen Pflanzenteile heraus. Die Verpuppung findet meist in der Erde statt.

Agrotis vestigialis Rott.

(Taf. X, Fig. 6.)

Kiefernsaateule.

Ratzeburg: *Noctua valligera* W. V. — Altum: *Agrotis valligera* W. V. — Nitsche: *Noctua (Agrotis) vestigialis* Rott. — Nüßlin-Rhumbler: *Noctua (Agrotis) vestigialis* Rott. — Wolff-Krauße: *Rhyacia vestigialis* Rott.

Falter: Brust lang, grau behaart, ein mittlerer Schopf und die Schulterdecken weißlich, dunkel gerändert, ein doppelt geschwungener, dunkler Querstreif auf dem Halskragen, Hinterleib gelbgrau kurz behaart. Vorderflügel aschgrau, braun gemischt, hinterer Querstreif deutlich scharf gezackt, Wellenlinie mit 5—6 wurzelwärts gerichteten, dunklen Pfeilflecken, zwischen ihr und dem hinteren Querstreif eine hellere Binde. Nieren- und Ringmakel dunkelgrau, mit feiner, heller und breiter, schwarzbrauner Umrandung; Zapfenmakel groß, dunkelbraun, schwarz umrändert; zwischen ihm und den beiden anderen Makeln ein heller Längswisch. Saumrand dunkler, mit schwarzen Mondzeichnungen. Hinterflügel gelbgrau, am Saume und auf den Adern dunkler bestäubt, mit hellen Fransen. ♂ mit nicht sehr lang doppelt gekämmten, ♀ mit sehr kurz gezähnten Fühlern. Spannweite 30—40 mm.

Raupe (Taf. XIII, Fig. 7) erdgrau, mitunter in das Grünliche oder Fleischfarbene spielend, ohne eigentliche Zeichnung. Kopf mit dreieckigen, dunkelbraunen, in der Mittellinie nicht ganz zusammenstoßenden stark chitinisierten Seitenhälften. Dreieckiges Kopfschild bis auf einen in der Spitze gelegenen dunkleren Punkt hell, desgleichen das jenes berührende Scheiteldreieck. Ring 1 mit etwas stärkerer Chitinisierung, auf den übrigen Ringen Querreihen von bräunlichen, nicht auffallenden, mit je einem Härchen versehenen Chitinflecken, von denen auf dem Rücken immer 4 im verschobenen Quadrat stehen. Luftlöcher schwarz. Länge 3—4 cm.

Puppe hell rotbraun mit zwei sehr kurzen, nahe aneinander stehenden Spitzen am Afterende; in lockerem Gespinste im Boden ruhend.

Die geographische Verbreitung erstreckt sich über das nichtpolare Nord- und Mitteleuropa bis Bilbao, Korsika, Mittelitalien und Südrußland, doch kommt sie in diesem großen Gebiet nicht überall gleich häufig vor, sondern bevorzugt sandige Gegenden.

Bionomie. Die Bioformel ist:

$$\frac{-\ 9^{p}, 7^{a}}{7^{p}\ 8^{a} + 8^{p}\ 9^{p}}$$

Der Falter fliegt (auch bei Tage) von Mitte August bis Mitte September. Die Eiablage erfolgt auf der Bodendecke. Die mohnkornförmigen

[1]) Charakterisierung der Gattung *Agrotis* siehe oben S. 614.

Eier werden einzeln abgelegt. Die Räupchen kommen gewöhnlich Mitte bis Ende September aus; sie sind sehr polyphag und nehmen anfänglich wohl nur die zarten Wurzeln von Gräsern und Kräutern an. Nach diesem schwachen, unschädlichen Herbstfraß überwintern sie in der Bodendecke oder der obersten Schicht des Mineralbodens. Im Frühjahr, März—April, sobald der Boden frostfrei geworden, beginnt der zweite Fraß, der den Kiefernsaaten, vor allem den 1jährigen Pflanzen, verhängnisvoll werden kann. Die Raupen beißen im Mai bis Juni die Pflänzchen meist in der Nähe des Wurzelknotens, nicht tiefer als 2 cm unter der Erdoberfläche durch und verzehren das Wurzelstück nebst Stämmchen, anfangs ohne die Nadeln, die unberührt bleiben. Später frißt die Raupe auch die Nadeln; sie beißt dieselben gewöhnlich in der Mitte durch und verzehrt den Stumpf samt Blattscheide (Abb. 601), seltener die abgebissenen Enden. Auch das Stämmchen und die oberen Wurzelpartien werden jetzt angegangen. Im Juni, wenn die Pflanzen bereits erstarkt sind, werden diese gewöhnlich nicht mehr ganz, sondern nur bis zur Mitte durchgebissen, so daß sie umknicken.

An zweijährigen Kiefern werden meist nur die schwachen Seitenzweige durchgebissen und deren Nadeln verzehrt, das Stämmchen aber meist nicht so stark benagt, daß es einginge (v. Kujawa). Andererseits wird auch berichtet, daß die Raupe neben den Seitentrieben auch die Mitteltriebe abbeißt und verzehrt. Gegen den Schluß der Fraßperiode wird dann auch das verholzte Stämmchen oft über der Erde durchgebissen, so daß es umsinkt.



Abb. 601. Raupenfraß der Kiefernsaateule (*Agrotis vestigialis* Rott.) an Nadeln und Rinde zweijähriger Kiefern. Nach Eckstein.

Die Raupen verlassen nicht gerne das kühle und feuchte Versteck im Boden und fressen daher bei Tage gewöhnlich unterirdisch und nur des Nachts oberirdisch. Wegen der geringen Größe ihrer einzelnen Fraßobjekte sind die Raupen gezwungen, von Pflanze zu Pflanze zu wandern. Die Wanderung geschieht meist des Nachts oberirdisch, bei Tage wühlen sie

sich unter der Bodenoberfläche fort, selten über 1 cm tief. Bei trübem, bedecktem Himmel zeigen sie sich auch bei Tag an der Oberfläche, um alsdann oberirdische Pflanzenteile abzubeißen und in ihre Gänge zu ziehen und sie dort zu verzehren. Die oberirdischen Wanderungen können sich mehrere Meter weit erstrecken, unterirdisch viel weniger weit (kaum $^1/_3$ Meter)[1].

Die Verpuppung findet Ende Juni bis Juli in lockerem Gespinst im Boden, nur ausnahmsweise in büschelig gewachsenen Kiefernpflanzen statt. Die Puppenruhe dauert nur wenige Monate.

Forstliche Bedeutung. Die forstliche Bedeutung kann in manchen Gegenden (Sandböden!), namentlich im Norden und Nordosten Deutschlands (Brandenburg, Pommern, Dünengegenden der Küste und Inseln, Schlesien) recht erheblich werden. Der Schaden bezieht sich in der Hauptsache auf Kiefernkulturen, die vollständig vernichtet werden können. Selbst verhältnismäßig wenige Raupen können schon einen empfindlichen Ausfall verursachen. Nach den Mitteilungen von Kujawas wurden in einer Kiefernkultur 25% der einjährigen Pflanzen getötet, obgleich ungefähr nur eine Raupe auf 26 Pflanzen kam, d. h. 505 Raupen auf 1 ha[2]), und obgleich fortwährend viele Raupen durch Aufsuchen vertilgt wurden. Nach Eckstein (T. 198) wird in der Regel die Mitte der Kultur an sonnigen, freien Lagen befallen, nur ausnahmsweise auch die Ränder der Kulturen, die im Schutze höherer Schonungen oder Starkhölzer stehen.

In der Literatur finden sich eine Reihe größerer Schäden an Kiefernsaaten angegeben, zum erstenmal von Ratzeburg (1847 und 1853) aus den Liegnitzer Stadtforsten in Schlesien (1846) und in Tauer bei Frankfurt a. d. Oder (1853). Später (1871) wird ein größerer Fraß wieder in Schlesien (Polnisch-Wartenberg) und in der Neumark (Crossen) gemeldet. 1873 schildert von Kujawa einen weiteren Fraß in Hoyerswerda bei Liegnitz (Schlesien). Weitere Fraßberichte liegen (nach Eckstein, 1896) vor aus Pütt in Pommern, Buchlowitz in Mähren (1879), Tauer, Waice Obornik und Zirke, alle in Posen (1895)[3]). In Waice wurden ca. 15 ha Kiefernkulturen vernichtet, in Tauer (1895) kamen die Nachbesserungen auf 25 ha fast einer Neukultur gleich.

Übrigens ist die Kiefernsaateule nicht nur in Kiefernsaaten schädlich aufgetreten, sondern sie hat in einem Revier in Mähren auch die Sämlinge von Lärchen erheblich geschädigt (Anonymus 1879) und ist auch an Fichte (in Schweden) und auch an Laubholz beobachtet worden, was bei der Polyphagie der Raupe nicht verwunderlich erscheint.

Vorbeugung und Bekämpfung. Als Vorbeugungsmittel wird von verschiedenen Autoren in erster Linie gründlichste Bodenbearbeitung in der Richtung einer völligen Beseitigung der lebenden Bodendecke empfohlen — in der Annahme, daß die Weibchen ihre Eier nur an bewachsenem Boden ablegen. Nach Eckstein (1896) dürfte aber diese Anschauung nicht durchgehendst berechtigt sein. Ferner hat die Erfahrung gezeigt, daß der Schaden gerade da gering war, wo der Boden einen reichlichen Überzug von Heidelbeerkraut und Gras hatte. Fand man doch z. B. in Pütt auf kahlen Kulturstellen bis zu 6 Raupen an einer Kiefer, wo hingegen auf benarbten 1 Raupe die Regel bildete, da eben hier die Raupen auch noch

[1]) Nach Eckstein (T. 199) finden unterirdische Wanderungen überhaupt nicht statt.

[2]) Diese Zahl erscheint wohl sehr nieder gegriffen.

[3]) Auffallend in all den Berichten ist der häufige Hinweis, daß hauptsächlich Kulturen auf Brandflächen befallen werden.

anderes Futter hatten. Zur Pflanzung sind vorteilhaft 2—3jährige Kiefern zu verwenden. Die Herbstpflanzung ist vorzuziehen, da frischgepflanztes Material mit Vorliebe angenommen wird und dann sicher zugrunde geht. Ballenpflanzungen würden der Biologie der Raupe zweifellos wenig entsprechen, eignen sich jedoch nicht gut für die von der Saateule bevorzugten Sandböden. Vielleicht ließen sich durch Bestreuung des Saatkampes mit Ätzkalk während der Zeit der Eiablage (s. im II. Band bei Maikäfer S. 87) oder mit Naphthalin die Weibchen von der Eiablage abhalten.

Die Erkennung des Befalls bietet keine großen Schwierigkeiten. Das Vorhandensein von Raupen bemerkt man an der Verfärbung des Grases sowie an einzelnen oberflächlich abgefressenen, umgefallenen Pflanzen. Auch die zuweilen bemerkbaren Gänge verraten den Feind. Bei trockenem Wetter erkennt man den Sitz der Raupen daran, „daß an dieser Stelle die Erde in der Größe einer halben Walnuß erhöht und gesprungen ist." Früh morgens oder bei trübem Wetter auch den ganzen Tag über kann man vereinzelte Raupen auch oberirdisch finden. Ebenso kann man bei Nacht die Raupen mit Hilfe einer Blendlaterne feststellen.

Die Bekämpfung kann auf verschiedene Weise vorgenommen werden:

Die Falter können durch Köderfang in großer Zahl vernichtet werden. Man verwendet hierzu flache Gefäße von möglichst großem Durchmesser, die man mit verdünnter Melasse und Bierhefe (5—10 cm hoch), der etwas Natriumarsenit zugefügt ist, füllt. Durch Fanglampen, die bei diesen aufgestellt werden, kann die Wirkung erhöht werden.

Das Vernichten der Raupen kann geschehen:

1. Durch Raupengräben. Diese werden ebenso angelegt wie Rüsselkäfergräben (s. Band II), nur genügt es nicht, daß die Kulturen mit einem solchen Graben umgeben werden, vielmehr muß die zu schützende Fläche von mehreren Gräben rechtwinkelig durchschnitten werden, damit nicht nur die ab- und zuwandernden Raupen, sondern auch die auf der Kultur sich bewegenden Raupen gefangen werden. In Waice wurden in 27 Tagen auf 0,5 ha in den Gräben annähernd 25000 Raupen erbeutet (Eckstein, 1896).

2. Durch Sammeln. Man faßt mit der Hand bei jeder Pflanze in die Erde, wo man mit dem Zeigefinger in etwa 2—3 cm Tiefe die Raupe fühlt, und wirft dann diese heraus. Die damit herausgeworfene Erde wird wieder an die Pflanze gegeben. Eine Frau mit 3 Kindern konnte nach von Kujawa in einem Tag ungefähr 1 ha auf diese Weise absuchen. Den Erfolg des Sammelns zeigt folgendes Beispiel, das Eckstein (T. 199) anführt: 1903 sammelten 20 Personen vom 25.—30. Mai auf 7,5 ha 10800 Raupen, 1904 ebenda auf 8,5 ha nur noch 3200 Raupen und 1905 war der Fraß beendet[1]). Ein Aufsuchen und Absammeln der Raupen in der Nacht mit einer Blendlaterne sollte versucht werden.

3. Durch Vergiften. Als ein Mittel, das bei anderen Erdraupen gute Erfolge gezeitigt hat, kann empfohlen werden Ausstreuen von Giftköder auf den Saatkämpen[2]).

[1]) Ob dieser Rückgang lediglich durch Absammeln bedingt war? Möglicherweise handelte es sich auch um einen durch die Krisis veranlaßten natürlichen Rückgang.

[2]) Man verwendet hierzu gewöhnlich vergiftete Kleie. Zur Befeuchtung von 50 kg Kleie genügen etwa 4 l Wasser, dem vorher 0,5 kg Zucker oder Melasse zugesetzt

Auch durch Bestäuben der Pflanzen mit Arsenstaub oder Bespritzen mit Arsenbrühen können wohl Erfolge erzielt werden.

Als Parasiten sind einige Ichneumoniden und Tachinen aus den Raupen gezogen worden, über deren wirtschaftliche Bedeutung wir aber noch wenig wissen. Eine größere Bedeutung scheint vor allem der Tachine *Gonia ornata* Mg. zuzukommen. Nach Baer (Z. f. ang. Entom. VII. S. 363) wird sie in sandigen Gegenden des Tieflands oft geradezu in Massen angetroffen. Bezüglich der übrigen Feinde und Krankheiten der Raupen verweise ich auf die folgende Eule, *Agrotis segetum*.

Agrotis (Euxoa) segetum Schiff.

(Taf. X, Fig 7.)

Wintersaateule.

Ratzeburg: *Noctua segetum* Schiff. — Altum: *Agrotis segetum* W. V. — Nitsche: *Noctua (Agrotis) segetum* Schiff. (*clavis* Rott., *segetis* F.). — Nüßlin-Rhumbler: *Agrotis segetum* Schiff. — Wolff-Krauße: *Euxoa segetum* Schiff.

Die der vorigen Art nahestehende Eule gehört zu den schlimmsten landwirtschaftlichen Großschädlingen, vor allem der Feldfrüchte. Ihre Biologie

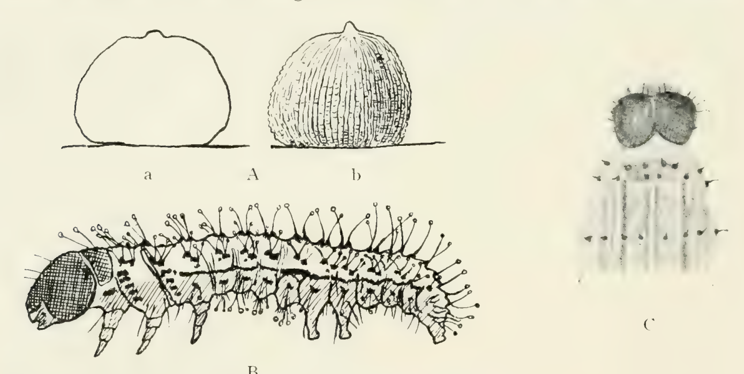


Abb. 602. *Agrotis segetum* Schiff. A Ei (a flache Form im Durchschnitt, b gewöhnliche Form). B junge Raupe unmittelbar nach dem Auskriechen, C Zeichnung der ersten Segmente einer 17 Tage alten Raupe. Nach Herold.

ist daher weit eingehender studiert als die der *vestigialis*, trotzdem harren auch hier noch manche wichtige Fragen der Klarstellung.

Forstlich hat sie eine weit geringere Bedeutung als landwirtschaftlich; sie ist in dieser Beziehung kaum der *vestigialis* gleichzustellen, wenn auch vereinzelt schon größere Kulturschäden durch *segetum* angerichtet wurden.

Falter: Kopf und Brust lang gelbgrau behaart, letztere mit zwei dunklen, geschwungenen Querstreifen auf dem Halskragen. Vorderflügel gelbbraun, dunkel-

---

worden war. Die Masse wird mit 0,5 kg Schweinfurter Grün (Uraniagrün od. dergl.) mittels Hölzern gut durchgearbeitet. Der Köder soll in kleinen Brocken vor Sonnenuntergang ausgestreut werden; er wirkt nur so lange anlockend als er feucht ist. Die angegebene Menge genügt etwa für 1 Hektar. Auch Perrit (Chem. Fabrik Schleich, Berlin) dürfte gute Erfolge geben, ebenso nach Malenotti (mündliche Mitteilung), sein gegen die Maulwurfsgrille empfohlener Zinkphosphid-Köder (A. f. Schädlk. VI, 1930, S. 20).

braun gesprenkelt, bei stärker werdender Sprenkelung gleichmäßig braungrau gefärbt. Wenn Zeichnung noch erkennbar, die drei Makeln braun, scharf umrandet, der Saum dunkler mit noch dunkleren Mondflecken in der Saumlinie. Hinterflügel milchweiß, deren Adern und Rand gelbbraun bestäubt, Fransen weiß. ♂ mit mäßig lang doppelt gekämmten Fühlern, deren Kammzähne im Enddrittel verschwinden. Spannweite 35—40 mm.

Ei: Die Größe beträgt 0,5 mm. Frisch abgelegte Eier sind rein weiß und zeigen von dem buckelartig vorgewölbten Mikropylenfelde zur Anheftungsbasis herablaufende, durch Querfurchen in einzelne warzenartig erhabene Kettenglieder aufgelöste Rippen. Nach einigen Tagen färbt sich das Ei durch den sich entwickelnden Embryo zuerst gelb, dann bräunlich, bis es kurz vor dem Ausschlüpfen ein pechbraunes bis schwärzliches Aussehen erhält, das nur durch einzelne hellere Stellen des Räupchens und wohl auch Überreste des Dotters etwas gefleckt erscheint. Die Form kann etwas variieren, wie Abb. 602 zeigt; vorherrschend ist die mehr zugespitzte Form (Herold).

Raupe: Je nach dem Alter in Färbung, Beborstung usw. stark wechselnd. Eiraupe blaßgrau mit leicht violettem Schimmer. Nackenschild relativ groß, scharf umgrenzt, pechbraun; Kopf schwarz. Borsten hohl, zu einer rundlichen Blase an der Spitze erweitert (Toxophore). Die ersten beiden Bauchfußpaare fehlen (Abb. 602 B). Nach der ersten Häutung (10.—12. Tag): Färbung grünlich grau, Kopf pechbraun, Nackenschild stark verkleinert, braun, 2. Bauchfußpaar entwickelt (wenn auch noch kürzer). Die bläschenförmige Erweiterung an der Spitze der Borsten zu einer keulenförmigen Anschwellung reduziert. Nach der 2. Häutung (am 17. Tage) Färbung schmutzig gelb, deutliche schmutzig gelbe Mittellinie und 2 wellenförmige Seitenlinien, dazwischen dunkelbraune Grenzlinie (Abb. 602 C). Die sonstigen dunkleren Zeichnungen sind gelbbraun, Kopf glänzend schwarz; Nackenschild braun. — Nach 30 Tagen (Dreihäuter?) sind alle Bauchfußpaare ausgebildet und die hohlen, keulenförmigen Borsten durch normale Borsten ersetzt. Nach 45 Tagen (Vierhäuter?) ist die Färbung dunkel graugrün. Nackenschild nur bei genauem Hinsehen als wenig dunkler und stärker glänzend erkennbar. Nach Altum unterscheidet sich die *segetum*-Raupe von der *vestigialis*-Raupe dadurch, daß die beiden chitinisierten Kopfhälften zusammenstoßen, so daß Kopfschild und Scheiteldreieck einander nicht berühren.

Puppe: Der vorigen Art sehr ähnlich, aber mit wesentlich längerer Doppelspitze am Afterende.

Die geographische Verbreitung ist ungemein weit und erstreckt sich zwischen dem 40. ⁰ und 64. ⁰ nördlicher Breite über Europa, Asien und Nordamerika. Außerdem kommt die Eule auch in Ceylon und Südafrika vor.

Bionomie. Als Bioformel gibt Rhumbler an:

$$\frac{-\ 6^{p},\ 4}{5 + 5^{p}\ 6^{a}}$$

Dieselbe ist jedoch nicht allgemein gültig, da die Entwicklungszeiten je nach Klima usw. recht verschieden sein können und auch doppelte Generation vorkommt.

Bei einjähriger Generation fällt nach übereinstimmenden Angaben in der forstlichen Literatur der Falterflug in die Monate Mai und Juni. Herold (1919) dagegen, dem wir eingehende Untersuchungen über die Biologie der Wintersaateule verdanken, gibt (in Übereinstimmung mit vielen landwirtschaftlichen Autoren) an, daß die Flugzeit sich über den ganzen Sommer erstreckt. Er konnte ferner bei Bromberg (Posen) fast zu jeder Jahreszeit mehrere Stadien nebeneinander feststellen; so hatte er z. B. im Oktober zeitweise das Eistadium neben dem ersten Larvenstadium, ferner ältere Larven verschiedener Größe, Puppen und Imagines gefunden.

Es ließen sich in jenem Beobachtungsgebiet im Jahre 1917 drei Hauptzeiten der Eiablage feststellen: die 1. im Mai, die 2. im und um den Juli und die 3. im September bis Oktober. Darnach wird also die Überwinterung sowohl im Eistadium als auch im jungen oder ältern Larvenstadium sowie als Puppe stattfinden können. Findet die Verpuppung noch im Jahr der Eiablage statt, so ergibt sich eine doppelte Generation.

Die Eier werden einzeln abgelegt und zwar wohl meist an Pflanzen, an niederliegende Blätter und Stengel der verschiedenen krautartigen Gewächse oder an Pflanzenabfälle, schlecht untergepflügte Gründüngung usw. Ob die Eiablage auch einfach im Boden erfolgt, wie manche Autoren angeben, möchte Herold bestreiten, schon aus dem Grunde, weil den Eiern ein stark klebender Kitt mitgegeben wird (was sonst nur bei Eiablagen an Pflanzenteilen etc. der Fall ist). Die Zahl der Eier ist sehr groß und kann bis 1600 betragen (Herold).

Die Eiräupchen haben eine Länge von 1,4—1,5 mm. Da ihnen die ersten Bauchfußpaare noch fehlen, kriechen sie nach Art der Spanner umher. Ihre Bewegungen sind sehr lebhaft, während der Wanderungen wird Kopf und Vorderkörper fortgesetzt suchend nach rechts und links bewegt, bis sie zusagende Nahrung gefunden haben.

Nach 1 Monat — die Raupen sind jetzt 10—12 mm lang — sind auch die ersten Bauchfußpaare ausgebildet; damit verschwindet auch der spannerartige Gang. Es verändern sich in den ersten 4 Wochen auch die Färbung und vor allem auch die Beborstung sehr wesentlich. Die mit kugelartigen Anschwellungen versehenen Toxophoren des Eiräupchens werden nach einem Übergang über keulenförmige Borsten (2. Stadium) nach 30—45 Tagen durch normale Borsten ersetzt.

Mit der vollkommenen Ausbildung der Bauchfußpaare und der endgültigen Beborstung ist auch eine einschneidende Änderung der Lebensweise verbunden: Während die jugendlichen Raupen ausgesprochen positiv phototaktisch sind und nur von oberirdischen Pflanzenteilen leben, verlegen sie nach jener morphologischen Umgestaltung den Schauplatz ihrer Tätigkeit in den Erdboden. Herold stellt daher die ersten Lebensabschnitte der Raupe als „Jugendstadien" den späteren, die mit der Übersiedelung in den Erdboden beginnen, entgegen.

Auch die Fraßart bzw. das Fraßbild ändert sich mit dem Heranwachsen der Raupe: Das Eiräupchen frißt nur kleine Löcher in die Ober- wie Unterseite des Blattes, die stets nur bis zur jenseitigen Blattepidermis gehen; nach der 1. Häutung (10—12 Tage) frißt die Raupe schon Löcher durch das ganze Blatt (die Blätter sehen wie von feinem Schrot durchschossen aus) und in späteren Stadien werden die Blätter vom Rand her befressen.

Mit dem Verschwinden der Spannereigenschaft und dem Beginn des Wühlens in der Erde verkehrt sich die positive Phototaxis in ihr Gegenteil, indem die Raupe jetzt das Licht meidet, doch kommen sie auch jetzt, besonders an trüben Tagen, noch häufig an die Oberfläche zum Fraß an oberirdischen Pflanzenteilen. Dieser findet im allgemeinen außerhalb der Erde statt, doch werden zuweilen die Pflanzen, besonders ganz kleine, in die Erde hineingezogen.

Die Tiefe, in der sich die Raupen tagsüber im Erdboden aufhalten, beträgt während der Fraßperiode 2—3 cm. Nur ganz ausnahmsweise fand sie

Herold (1920) in größeren Tiefen bis zu 15 cm; andererseits aber auch in nur 1 cm, sie lagen hier unmittelbar unter der verkrusteten Oberfläche, die von zahlreichen runden Löchern durchbohrt war, durch die die Tiere abends oder an trüben Tagen ihre Schlupfwinkel verließen. Zur Überwinterung gehen die Raupen in eine Tiefe von 10—15 cm, wo sie in einer glatten, etwa 2 cm im Durchmesser aufweisenden Höhle zusammengerollt liegen. Sie erwachen im nächsten Frühjahr zu neuem Leben, wenn die Bodentemperatur auf 15—19° C ansteigt (Rossikow).

Die Anschauung, daß die Raupe nur in leichten, lockeren Böden vorkommt und schwere Boden meidet, ist nach Herold (1920) nicht durchaus richtig; er stellte vielmehr fest, daß auch schwere, feste Böden kein Hindernis für die sehr muskulöse Raupe darstellen. Auch Kleine (1920) ist zu der Überzeugung gekommen, daß kaum ein Unterschied bezüglich des Befalles von leichten und schweren Böden existiert. Dagegen scheint reicher Humusgehalt verbunden mit starkem Kalkgehalt der *segetum*-Raupe besonders günstige Bedingungen zu bieten.

Bei Nahrungsmangel unternehmen die Raupen größere Wanderungen (bis zu mehreren 100 m), die aber ausschließlich auf dem Erdboden stattfinden. Eine Fortbewegung in der Erde erfolgt wohl stets nur auf geringe Strecken und dann nur ein bis wenige Zentimeter tief unter der Oberfläche, so daß häufig die Erdkruste über ihnen durchbrochen ist.

Aetiologisch spielen bei Gradationen zweifellos die Witterungsverhältnisse eine ausschlaggebende Rolle. Müller und Molz (1919) konnten feststellen, daß trockene Witterung, vor allem in den Monaten Mai und Juni die Entwicklung sehr begünstigt, während Nässe den Raupen sehr schädlich ist. Auch Zimmermann (1918a) und Kleine (1920) sind durch ausgedehnte Vergleiche von Eulengradation und Temperatur zu dem gleichen Ergebnis gekommen; außerdem legt Kleine aber auch dem Winter eine große Bedeutung bei, insofern als nach seinen Erfahrungen in kalten Wintern die Raupen viel besser überwintern als in warmen, in denen sie massenweise zugrunde gehen[1]). „Beim Ausbleiben größerer Kälte bleiben die Tiere in den oberen Bodenschichten. Tritt nun oft Wechsel von Frost und Tauwetter ein, verbunden mit Niederschlägen, so ist denselben der Zutritt zum Boden leicht. Liegt gar noch zu Zeiten Schnee, wenn auch nur in dünnen Lagen, so wird die Temperatur sich wenig um den Gefrierpunkt bewegen. Das sind aber gerade die Temperaturen, bei denen sich die pathogenen Pilze entwickeln."

Forstliche Bedeutung. Bekannt als Forstschädling wurde die Raupe durch Ratzeburg (W. I. 245 und 246), welcher einen bei Liegnitz 1864 aufgetretenen Fraß erwähnt, der die Fichten- und Lärchen-Saatkämpe fast vernichtete. Die Raupe biß hierbei die Keimlinge 1 cm unter den Cotyledonen ab und entrindete die einjährigen Pflanzen an den Wurzelknoten. 1880 fraß sie nach Altum (1881) in der preußischen Oberförsterei Abtshagen (Stralsund) auf neu angelegten Kämpen an Buchen, Fichten und einjährig verschulten Kiefern. Bei den Buchen trat der Schaden bereits im Juli, bei den Nadelhölzern erst später ein.

Auch in Weidenhegern scheint die Wintersaateule schädlich auf-

[1]) Für *Porosagrotis orthogonia* Morr., eine amerikanische Erdraupe, hat Cook eine ausgesprochene Klimaabhängigkeit des Massenwechsels nachgewiesen.

getreten zu sein, wenigstens kann der von Altum (1875) berichtete Fall eines Fraßes von Ackereulen an Caspischen Weiden wohl in erster Linie auf *A. segetum* bezogen werden. Eine weitere Beobachtung über Weidenzerstörungen teilt Altum (1882 b) aus Böhmen mit, wo 1882 im Frühjahre bis zum Juni in Malowitz bei Mies die Neukulturen der Weiden so arg von einer Ackereulenraupe angegangen waren, daß fast 1 ha neu angelegt werden mußte und auch viele Nachbesserungen notwendig wurden. Die Triebe wurden meist oberirdisch, nur bei Nahrungsmangel bis 1,5 cm unter der Erde abgenagt. Sogar die verholzenden Triebe und die Augen wurden mitunter angegangen.

Tierische Feinde. Herold (1923) führt als Parasiten 15 Schlupfwespen (8 Ichneumoniden, 6 Braconiden und 1 Chalcidide), 6 Tachiniden, 2 Bombyliden und 1 Muscide an. Unter den Schlupfwespen scheinen einige *Amblyteles*-Arten eine bedeutende Rolle zu spielen, wie *Amblyteles vadatorius* Wesm., der sich durch eine kurze Entwicklungsdauer (38—45 Tage) und lange Lebensdauer der Imago (bis 85 Tage) auszeichnet, ferner *Amblyteles fuscipennis* Wesm. und *melanocastaneus* L., die Fahringer (1922) für wertvoll für die Bekämpfung hält. Unter den Braconiden wurde *Microplitis seurati* Marsh. in Frankreich als häufiger *segetum*-Parasit gezogen; der größte Teil der Raupen waren von den Larven dieser *Microplitis* befallen, 40—50 Stück in 1 Raupe. Auch *Apanteles glomeratus* L. beteiligt sich oft in ausgiebiger Weise an der Vernichtung der Erdraupen. Als Eiparasit wurde in Rußland (von Pospielow) *Oophthora (Pentharthron) semblidis* Aur. (Chalcid.), dessen Gesamtentwicklung nur 11 Tage dauert, sehr häufig gezogen.

Tachinen scheinen in Deutschland bisher noch nicht aus *segetum*-Larven gezogen zu sein; dagegen nennt Pospielow aus Rußland 4 Arten. Unter ihnen dürfte wohl die sehr polyphage *Gonia capitata* Deg., die ihre Eier an den Futterpflanzen der Wirte ablegt, die wichtigste sein. In ihrer Bedeutung kommt ihr vielleicht nahe *Peletieria nigricornis* Meig., die ihre Eier in ungewöhnlich großer Zahl in der Nähe der Wirte absetzt. Unter den Bombyliden sind nach Baer (1920) wohl nur *Anthrax hottentottus* L. und *paniscus* Rossi echte Parasiten, während *A. morio* L. als Hyperparasit zu betrachten ist. Herold hat beim Bromberger Fraß 1917 weder eine Tachine noch eine Bombylide feststellen können, dagegen aber die Muscide *Muscina stabulans* Fall. sehr häufig beobachtet, und zwar als echten Parasiten. Doch dürften die davon befallenen Raupen wohl schon krank gewesen sein, da *stabulans* völlig gesunde Raupen wohl kaum annimmt.

Unter Raubinsekten sind einige Histeriden hervorzuheben: *Hister fimetarius* Hrbst. und *quadrimaculatus* L. und der Carabicide *Broscus cephalotes* L., den Müller und Molz (l. c.) als „ausgezeichneten Erdraupenvertilger" rühmen.

Von den Vögeln sind seit langem als wichtige *Agrotis*-Raupen-Vertilger die Corviden bekannt, vor allem die Saatkrähe, sodann Nebelkrähe, Elster, Eichelhäher. Ebenso wichtig sind die verschiedenen Hühnervögel, wie Rebhühner, Fasane, Puten, Haus- und Perlhühner, ferner der Star, der in großen Flügen in die Felder fällt und große Mengen der Raupen vernichtet. Außerdem werden noch als Feinde der *Agrotis*-Raupen genannt: Möve, Kuckuck, Wiedehopf, Storch, Bachstelze, Sperling, Grasmücke, Bussard und Steinkauz; als Feind der Imago, der Ziegenmelker (Herold, l. c.).

Auch Säugetiere sind an der Raupenvernichtung beteiligt, wie Maulwurf, Igel, Spitzmaus, Fuchs, Dachs und das Schwein. Dem Falter stellen Fledermäuse nach.

Krankheiten. Noch wichtiger für die Beendigung einer Kalamität als die Parasiten und anderen tierischen Feinde scheinen nach den Beobachtungen von Herold (1923) Pilze zu sein, vor allem *Tarichium megaspermum* Cohn (s. Bd. I. S. 266[1]). Seit der Beschreibung des Pilzes durch Cohn (1870), der ihn erstmalig in Schlesien beobachtete, ist in der Literatur nur wenig über seuchenartige Erkrankungen von *Agrotis*-Raupen berichtet. Erst 1923 hat Herold sich wieder eingehender mit dieser Raupenkrankheit beschäftigt und eine ausführliche Beschreibung über den Verlauf gegeben, der wir hier folgen.

Die Erkrankung setzte erst Mitte September ein; ob eine besondere Disposition der Raupe für eine wirksame Infektion nötig ist, konnte nicht festgestellt werden. Dagegen scheinen schwere Böden, vor allem solche mit reichlichem Humus- und Kalkgehalt die Verbreitung der Mykose zu fördern.

Im Endstadium der Krankheit schrumpfen die Raupen zu kohlschwarzen Mumien ein, die immer zerbrechlicher werden und schließlich schon bei leiser Berührung in schwarzen Staub zerbröckeln.

Die Entwicklung zu dieser auffallenden schwarzen Mumie geht nach Herold folgendermaßen vor sich:

„Im I. Stadium der Krankheit sind die Raupen zwar schon freßunlustig, besitzen aber ihre natürliche Körperfarbe, die Haut ist prall, das ganze Tier noch lebhaft beweglich. Einzig die leichte Schwarzfleckigkeit, die ja, wie schon Cohn bekannt, gelegentlich auch bei nicht tarichiumkranken *Agrotis*-Raupen in ganz geringem Umfange festzustellen ist, weist in unserem besonderen Falle auf die Anfangsstadien der Tarichium-Seuche hin.

Das II. Stadium zeigt die einsetzende Allgemeinverfärbung der Haut durch das Auftreten brauner Töne in der Hautfarbe bei gleichzeitiger Zunahme der



Abb. 603. Schwarzfleckige, an *Tarichium* erkrankte Larve von *Agrotis segetum* Schiff. Nach Herold.



Abb. 604. Raupen von *Agrotis segetum* Schiff. a gesund, b soeben an *Tarichium* eingegangen, c und d eingetrocknete Mumien. Nach Herold.

[1]) In Nord-Rußland wurde noch ein anderer Pilz in *segetum*-Raupen festgestellt: *Sorosporella agrotidis* Sarokin, der aber nur sehr mangelhaft bekannt ist.

Flecken an, die auch z. T. nicht mehr scharf abgegrenzt sind, sondern braun verschwimmende Konturen haben. Im übrigen machen die Tiere noch äußerlich einen frischen Eindruck.

Im III. Stadium nimmt die Verfärbung der Haut stark zu, Hand in Hand mit ihr geht ein Faltig- und Schlaffwerden der Haut. Die Tiere bewegen sich nur noch langsam und schwerfällig und erwecken jetzt den Eindruck einer schweren Allgemeinerkrankung.

Das IV. Stadium führt zum Tode der Raupe. Die Schwarzfärbung breitet sich über mehrere Körpersegmente aus, das Tier ist nur noch schwach beweglich, die Haut an den nicht schwarz gefärbten Körperstellen stark gerunzelt. Meist, wenn auch nicht immer, geht die Schwarzfärbung der Raupe, wie auch Cohn betont, vom Kopfe aus. Sie schreitet aber auch von der Leibesmitte aus nach beiden Seiten fort. Die Raupe ist in diesem Zustande oft stark zusammengeschrumpft und verkürzt. Erst beim völligen Schwarzwerden unmittelbar nach dem Tode wird die Haut erneut geglättet und gestrafft, das ganze Tier bis auf seine normale Länge, gelegentlich darüber hinaus, gestreckt. Es scheint das durch die bei der Zersetzung des Fettkörpers freiwerdenden Gase bewirkt zu werden. Jedenfalls sieht die Raupe kurz nach dem Tode wie aufgeblasen aus und das die Haut durchdringende Öl verleiht dem Tiere, besonders an den Stellen, die eine stärkere Chitinbedeckung aufweisen, wie Cohn treffend vergleicht, den tiefschwarzen Glanz polierten Ebenholzes. Unter Abgabe des Öls, das bei der fortschreitenden Zersetzung frei wird, trocknen die Raupenleichen dann in wenigen Tagen zu einer Art Mumie ein. Hierbei werden sie, wie oben bemerkt, immer zerbrechlicher, bis sie schließlich schon bei leiser Berührung in schwarzen Staub zerbröckeln."

Die Infektion der Raupe mit dem Pilz scheint in erster Linie durch die Beine, Bauchfüße und Mundwerkzeuge zu erfolgen, da an diesen Körperteilen gewöhnlich die Schwarzfleckigkeit zuerst auftritt. Wie verheerend die Seuche unter den Raupenmassen wirken kann, zeigt ein Sammelbefund Herolds von anfangs Oktober, wonach unter ca. 600 Raupen nur 21 lebend und „anscheinend" gesund waren, während alle übrigen entweder die verschiedenen Krankheitsstadien aufwiesen oder eben gestorben oder bereits mumifiziert waren. Die Beendigung der großen Kalamität auf den Feldern Posens und Westpreußens im Jahre 1917 ist zweifellos zum weitaus größten Teil auf die Tarichium-Seuche zurückzuführen.

Bekämpfung. Es sind zwar schon eine Reihe von Versuchen die Saateule biologisch mit Hilfe von Parasiten zu bekämpfen gemacht (Pospielow) oder wenigstens Anregungen hierzu gegeben worden (Fahringer, 1922), doch ist bis jetzt in dieser Richtung noch kein Erfolg erzielt worden. Die Versuche in dieser Richtung (besonders mit Eiparasiten) sollten aber trotzdem weitergeführt werden. Auch Schweine- und Hühnereintrieb werden von verschiedenen Autoren empfohlen, doch von anderen als wenig erfolgreich abgelehnt. Ob die Tarichium-Seuche sich künstlich verbreiten läßt, ist nach den Erfahrungen mit anderen Mykosen recht zweifelhaft.

Im übrigen gilt bezüglich der technischen Bekämpfung (Fanggräben, Vergiften usw.) das oben (S. 779) für *Agr. vestigialis* Rott. Gesagte auch für *segetum*.

Agrotis tritici L.

Getreideeule.

Falter (Abb. 605 A): Kopf und Brust lang gelbbraun, Hinterleib kürzer und etwas heller behaart. Vorderflügel graubräunlich, etwas dunkler gewölkt, am Vorderrande mit hellen Punkten, mit zwei hellgrauen, braungesäumten Querlinien und einer

hellbraun umschatteten, aus Pfeilflecken bestehenden Wellenlinie. Ring- und Nierenmakel hellgrau, braungesäumt. Zwischen, vor und hinter denselben bräunliche bis schwarzbraune Schattenbinden. Unter der Ringmakel die dunklere, schwarz geränderte Zapfenmakel. Die Färbung ist übrigens sehr veränderlich. Hinterflügel weißlich, Adern und Saum braungrau bestäubt, Fransen hell. Fühler des ♂ mit kurzen, scharfen, gewimperten Zähnen. Etwas kleiner als die anderen Arten. Spannweite 30—34 mm.

Raupe ähnlich der vorigen. Grau, helle, dunkel eingefaßte Rückenlinie, verwischte dunkle Seitenstreifen. Nacken- und Afterschild glänzend schwarz mit je 3 lichten Längslinien. Kopf braun, hinten mit dunklem Fleck. Ausgewachsen 32 mm lang.

Die Getreideeule ist forstlich, soweit uns bekannt, nur in einem einzigen Falle beachtenswert geworden, nämlich in der Oberförsterei Hundeshagen (Reg.-Bez. Posen). Hier war ihr Fraß Mitte der siebziger Jahre sehr bedeutend. Eine 3 ha große, einjährige, im April ausgeführte Kiefernpflanzung war bereits im Mai so geschädigt, daß sie von neuem aus-



A



B

Abb. 605. A *Agrotis tritici* L., B *Agrotis corticea* Hb.

geführt werden mußte. Aber auch die neue Kultur wurde bis zum Herbst wieder fast ganz abgefressen, ebenso die im zweiten und dritten Jahre gemachten Nachbesserungen. Die Art wurde in diesem Falle durch Altum festgestellt (1878). Irgendwelche Besonderheiten gegenüber dem der Kiefernsaateule bot der Fraß nicht. Die Flugzeit fiel nach Zwingerbeobachtungen in den Juli, Anfang August, also etwas zeitiger als die der *Agr. vestigialis* Rott. An Getreide, Buchweizen, Mais und an Reben ist diese Art schon oft sehr schädlich geworden.

Die übrigen oben noch genannten *Agrotis*-Arten (*exclamationis* L. *nigricans* L. und *corticea* Hb.) sind noch nicht direkt als Forstschädlinge beobachtet worden, stimmen jedoch in vielen Punkten mit den 3 vorigen Arten biologisch überein, so daß ihr gelegentliches Vorkommen an jungen Forstpflanzen sehr wahrscheinlich ist. Aus diesem Grunde hat sie Ratzeburg in seiner Waldverderbnis (II. S. 403 und 404) aufgenommen, ebenso Nitsche, der sie als „verdächtig" bezeichnet. Es sei hier wenigstens eine kurze Charakteristik der 3 Arten gegeben.

***Agrotis exclamationis* L.** (Braungraue Graseule, „Ausrufungszeichen"). Falter (Taf. X, Fig. 8): Kopf und Brust lang gelbgrau behaart, Halskragen mit tiefschwarzem, in der Mitte erweitertem Bogen. Vorderflügel gleichmäßig gelbgrau, rotgrau oder schwärzlich grau, meist ohne deutliche Querstreifen, nur der

hintere mitunter gezähnt angedeutet. Die drei Makeln schwarz umzogen, die Nierenmakel mitunter zum Teil, die lange Zapfenmakel stets ganz schwarz ausgefüllt, Hinterflügel des ♂ milchweiß, des ♀ gelbbraun bestäubt. Fühler des ♂ mit kurzen, scharfen, bewimperten Zähnen. Spannweite 33—39 mm.

Raupe: Heller oder dunkler braungrau mit bleicher Rückenlinie, zu deren Seiten je zwei schwarze Punktwärzchen auf jedem Ring stehen und einem breiten Schattenstreifen an den Seiten. Luftlöcher schwarz. Bauch grau. Kopf braun mit schwarzem Stirndreieck. 4—5 cm.

Puppe rotbraun mit zweispitzigem Kremaster.

Flugzeit Juni, Juli. Raupe August bis Anfang Mai, Hauptfraßzeit also schon im Herbst.

Agrotis nigricans L. (*fumosa* Hbn.). Falter: Kopf und Brust lang rotbraun behaart. Vorderflügel tief rotbraun ins Schwärzliche, mit schwarzem Längsstrich aus der Wurzel; Querstreifen meist undeutlich, die Wellenlinie, wenn deutlich, aus einzelnen hellgelben Fleckchen zusammengesetzt. Die Makeln schwarz umzogen, die Nierenmakel zum Teil hell ausgefüllt. Hinterflügel gelbgrau, auf Adern und Saum dunkler. Fühler des ♂ mit kurzen, scharfen, gewimperten Zähnen. Spannweite 35 mm.

Raupe: Glänzend braun, mit schwarzen Punkten, einer zackigen helleren Seitenlinie und braungrauem Kopf. Länge 4 cm. Lebt bis April, Mai an niederen Pflanzen und verwandelt sich in einem Erdgehäuse zu einer glänzend braunen Puppe.

Agrotis corticea Hbn. Falter (Abb. 605 B): Kopf und Brust lang gelbgrau behaart, weißlich gemischt mit undeutlicher dunkler Querbinde auf dem Halskragen. Vorderflügel weißbräunlich bis erdgrau, dunkler gesprenkelt, ohne Querzeichnungen, Vorderrand des Flügels bis zu den Makeln dunkler. Letztere schwarz eingefaßt und dunkel ausgefüllt. Hinterflügel des ♂ trüb bräunlichweiß, am Saume dunkler, das ♀ braungrau. Fühler des ♂ in den unteren zwei Dritteilen kurz doppelt gekämmt. Spannweite 36—38 mm.

Raupe: Schmutzig braungrau mit heller Rückenlinie und schwarzen Punkten, sowie einem schwarzgrauen Schattenstreifen an den Seiten. Kopf braun. Lebt bis Mai, Juni an Löwenzahn, Wolfsmilch und anderen niederen Pflanzen.

Puppe rotbraun.

A. corticaea scheint sehr spät zu fliegen und als ganz kleine Raupe zu überwintern.

Scopelosoma[1]) satellitium L.

(Taf. X, Fig. 12.)

Diese Eule wurde von Altum (1882a) (als *Noctua satellitia* L.) in die Forstentomologie eingeführt: Die dunkel rötlichbraune Raupe trat 1882 im Revier Bischofswalde (Reg.-Bez. Magdeburg) als Hauptzerstörerin des Buchenaufschlages auf; auch wurde sie sonst des öfteren vereinzelt beim Befressen desselben beobachtet.

Falter: Kopf und Brust lang rostbraun behaart. Vorderflügel mit gewelltem Saume, rostbraun; Querstreifen, Wellenlinie und Saumlinie, sowie ein halber Querstreifen im Wurzelfelde dunkler. Als Nierenmakel tritt ein weißer oder gelber Fleck auf, daneben zwei kleine, weiße Punkte. Hinterflügel gelbgrau mit Metallschimmer. Spannweite 37 mm.

Raupe (Taf. XIII, Fig. 15) in der Jugend schwärzlich grau mit drei hellen Rückenlinien und einem weißen, auf jedem Ringe fleckenartig erweiterten Seitenstreifen. Erwachsen dunkelköpfig, Leib samtartig rotbraun oder schwarz, an den Seiten der Ringe 1, 2, 4 und 10 ein weißlicher Längsfleck als Rest des früheren Seitenstreifens. Nackenschild und Afterklappe schwarz, ersterer mit 3, letztere mit 2 gelben Strichen.

---

[1]) Die Beschreibung der Gattung siehe oben S. 615.

Die Weibchen überwintern und legen ihre runden, anfangs hellroten, zuletzt schwarzblauen Eier im Frühjahre ab. Die Raupen fressen bis Ende Juni gewöhnlich auf den verschiedensten Laubhölzern wie Eichen, Schlehen, Ahorn, Ulmen, Pappeln, Weiden usw. Sie gehören zu den sogenannten „Mordraupen", welche bei Nahrungsmangel ihre Genossen auffressen[1]). Die Verpuppung findet in einem leichten Erdgespinst statt.

Mamestra pisi L.

(Taf. X, Fig. 21.)

Erbseneule.

Ratzeburg: *Noctua (Mamestra) pisi* L. — Altum: *Mamestra pisi* L. — Nitsche: *Noctua (Mamestra) pisi* L. — Nüßlin-Rhumbler: *Noctua (Mamestra) pisi* L. — Wolff-Krauße: *Polia pisi* L.

Die an der auffallenden Zeichnung (vier hellgelbe, scharfe Längsstreifen auf rotbraunem Grund) kenntliche Raupe nährt sich von den verschiedensten niederen Pflanzen, ohne irgendeine, auch nicht die Erbse, besonders zu bevorzugen, so daß, wie Altum (F. II. 133) hervorhebt, ihr Name durchaus willkürlich gewählt erscheint. In die Forstzoologie wurde sie eingeführt durch Ratzeburg, der über einen größeren Fraß in Fichtenkulturen auf dem hohen Venn berichtet (im Jahre 1863).

Falter: Kopf und Brust bräunlich und weißlich gemischt, lang behaart; Hinterleib gelbgrau, kürzer behaart, auf Ring 3 und 4 mit stärkeren Schöpfen. Vorderflügel rotbraun, veilgrau bestäubt mit ziemlich verloschener Zeichnung. Nur die Wellenlinie scharf gelblich weiß, am Innenwinkel zu einem Flecken erweitert, Mittelschatten und drei Flecken an der inneren Einfassung der Wellenlinie am dunkelsten. Die Makeln nicht deutlich hervortretend. Hinterflügel bräunlich weiß, am Saume dunkler. Saumlinie dunkel, Fransen heller. Mitunter ein undeutlicher Mittelmond. Fühler des ♂ büschelweise gewimpert. Spannweite 35—40 mm.

Raupe (Taf. XIII, Fig. 8) 16füßig, ganz unbehaart. Kopf hell rotbraun, Leib tief rotbraun oder braungrün mit vier leuchtend gelben, breiten Längslinien, zwei zu Seiten der sehr dunklen Rückenbinde, zwei unterhalb der etwas helleren Seitenbinden durch die dunklen Luftlöcher verlaufend. Bauch fleischfarben, dort wo er an die gelbe Längslinie stößt, mit feinen dunkleren Fleckchen. Länge 4—5 cm.

Puppe in schwachem, mit Erde vermischtem Gespinste im Boden, rotbraun mit helleren Einschnitten, mit walzig abgesetztem Aftergriffel, an dessen zugespitztem Ende zwei längere, abwärts gerichtete Haken und vier kurze Borsten stehen.

Die Verbreitung des Schmetterlings ist eine sehr weite. Sie reicht von Nord-Amerika und Island durch ganz Europa vom Polarkreis bis in die Breite von Oberitalien, östlich bis zum Ural, und geht in den Alpen bis zur Höhe von Andermatt und dem Oberengadin.

Der Falter fliegt im Mai und Juni. Die Raupe ist ungemein polyphag und lebt auf Wiesen und in Gärten an den verschiedensten Pflanzen, namentlich auch auf Schmetterlingsblütlern wie Besenpfrieme, Klee, Wicke, Erbse, Bohne, aber auch auf Pflaumen, Eichen, Weiden und Ebereschen, sowie auf Fichte, Heide- und Farrenkräutern. Beim Berühren richtet sie den halben Körper in die Höhe und fährt damit

---

[1]) Nach Eidmann (A. f. Schädlk. 1930. S. 114) haben sich Mordraupen auch an der Vertilgung des Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) und des Frostspanners (*Cheimatobia brumata* L.) beteiligt, sich also als Nützlinge erwiesen.

sehr schnell, wie zur Verteidigung umher. Sie frißt vom Juli bis zum Herbste und verpuppt sich alsdann in der Erde in lockerem Gespinste. Die Puppe überwintert.

Forstlich ist die Erbseneule zum erstenmal durch einen größeren Fraß in Fichtenkulturen bei Malmedy (im hohen Venn) bekannt geworden, worüber Ratzeburg (W. II. 247—249) folgendes berichtet: „Auf dem Fraßgebiet wächst Heide *(Erica vulgaris)* und dazwischen sind 3—5 jährige Fichtenpflanzungen. Die Raupe hatte beide (die Heide auch an den jüngeren Trieben) befallen, dazu auch noch das gelegentlich vorkommende Farrenkraut und die feinen Blättchen des Ginsters. Auf einer einzigen Fichtenpflanze konnte man 20–30 Raupen absammeln. Die Verbreitung im hohen Venn (also ca. 2000 Fuß über dem Meere) erstreckte sich von der belgischen Grenze bis zum Kreis Montjoie und umfaßte ca. 16000 Morgen. Hier wurde die Raupe auf der ganzen Fläche mehr oder weniger wahrgenommen, am stärksten auf den entwässerten, mit Gras bewachsenen Stellen. Der Schaden war stellenweise nicht unbeträchtlich, da nicht blos viele Fichten eingingen, sondern auch die überlebenden ein kränkliches Aussehen hatten." Ratzeburg hielt den hier beschriebenen Erbseneulen-Fraß an jungen Fichten für „eine solche Seltenheit, daß er vielleicht nie wiederkehrt, da vermutlich ganz ungewöhnliche Verhältnisse hier mitwirkten, also z. B. Spätfröste im rauhen Gebirgsklima die zarten Raupen nötigten, zwischen den nadelreichen Fichten Schutz zu suchen, oder hoher Schnee die bedrängten Falter ihre Eier abzulegen." Nach Altum ist aber das Vorkommen an Fichten durchaus nicht so selten, wie Ratzeburg wähnte; er erhielt vielmehr des öfteren Zusendungen und Anfragen infolge zahlreichen Auftretens der auffallenden, gelbgestreiften Raupe in Fichtensaatbeeten oder Kämpen aus den östlichen Provinzen Deutschlands und hat sie selbst in Thüringen und Oberbayern auf solchen gefunden. Auch in der Nähe von München, im Forstamt Erling sind (1927) *pisi*-Raupen schädlich in Fichtenkulturen aufgetreten.

Bei der sehr auffallenden Zeichnung, sowie bei ihrem stets oberirdischen Aufenthalt auf der Futterpflanze kann die Raupe auch dem nur sehr mäßig aufmerksamem Beobachter nicht verborgen bleiben, so daß sie für gewöhnlich wohl leicht durch Sammeln vernichtet werden kann.

Pseudophia lunaris Schiff.

(Taf. X, Fig. 16.)

Braunes Ordensband.

Das braune Ordensband ist zum erstenmal im Jahre 1902 als forstschädlich beobachtet worden und zwar von Wilbrandt (1903), der beträchtliche Zerstörungen durch dasselbe in Eichenkulturen in Hessen feststellen konnte. Falter wie Raupe sind infolge ihrer Schutzfärbung schwer zu entdecken, besonders letztere, die tagsüber gewöhnlich dicht an einen Zweig geschmiegt ruht.

Falter (Abb. 606): Vorderflügel bleichgrau, rostbraun gemischt. Querlinien licht, dunkel beschattet; Wellenlinie dunkel; Nieren- und Ringmakel bräunlich, letztere nur ein kleiner Punkt, ein ebensolcher nahe der Wurzel und eine Reihe dunkler Saumpunkte. Hinterflügel rotbraun, gegen die Wurzel heller. Spannweite 52—54 mm.

Raupe (Taf. XIII, Fig. 17) 16füßig, jedoch das erste Bauchfußpaar stark verkümmert und auch das zweite deutlich kleiner als die hinteren, daher spanner-

artiger Gang. Färbung in der Jugend bis zur III. Häutung grün, weiß punktiert mit rötlichen Seitenstreifen, nach der III. Häutung braungrau mit zahlreichen geschlängelten, dunkleren Längsstreifen und roten Seitenstreifen. Am 4. Segment mit 2 rötlich gelben Flecken, am 11. Segment ebenso gefärbte spitze Wärzchen. Länge bis 7 cm.

Die großen Falter ruhen tagsüber; aufgescheucht schießen sie schnell in weitem Bogen empor, um dann plötzlich wieder niederzustürzen. Bereits im Mai zeigt sich der aus der überwinterten Puppe ausgekommene Schmetterling. Man kann ihn jedoch auch noch im Juni und Juli antreffen (2 Generationen?). Die Raupe liebt die zarten, saftigen und weichen Gipfeltriebe junger Eichen (und auch Pappeln) und frißt nicht nur die Blätter ab, sondern nagt auch die Stengel selbst ab, soweit diese noch zart sind. Dadurch entsteht ein Fraßbild, das einem Verbiß durch Rotwild sehr ähnlich sieht und sehr wohl als solches angesprochen werden kann. Die Blätter werden meist vollkommen zerstört, mitunter bleiben aber auch die Blattrippen und kleinere Teile der Blattrispen verschont.



Abb. 606. *Pseudophia lunaris* Schiff., Braunes Ordensband. Nach Nüßlin-Rhumbler.

Forstlich machte sich die große Eule zum erstenmal 1902 in 2—6jährigen Eichenkulturen in den Hessischen Oberförstereien Viernheim und Lampertsheim durch teilweise recht empfindliche Fraßbeschädigungen unangenehm bemerkbar. In Viernheim handelte es sich um durchschnittlich 6jährige Eichenhegen, in Lampertsheim um eine ca. 7 ha große vorjährige Eichenriefensaat.

Als Feinde der Raupe wurden *Calosoma sycophanta* L., ferner einige Vögel beobachtet, vor allem Amsel und Buchfink, welche die sich zur Verpuppung anschickenden Raupen, resp. die Puppen aufsuchten.

In Lampertsheim wurde mit Absammeln durch Schulkinder gute Erfolge erzielt (es wurden in 3 Tagen ca. 40 Liter Raupen gesammelt). In den 6jährigen Hegen von Viernheim konnte diese Maßregel nicht durchgeführt werden. Es dürfte sich auch Bestäuben mit Esturmit empfehlen.

Plusia gamma L.

(Taf. X, Fig. 14.)

Gammaeule, Ypsilonvogel.

Die zu den spannerartigen Eulen — die Raupe ist nur 12füßig — gehörige Gamma-Eule ist wohl die häufigste Noctuide Europas. Sie gelangt periodenweise zur Massenvermehrung und kann dann großen Schaden in landwirtschaftlichen Kulturen anrichten. Da die Raupe sehr polyphag, ja fast panthophag ist, so werden fast alle Feldfrüchte und Gemüsearten angegangen; wie Erbsen, Wicken, Klee, Flachs, Raps, Hanf, Salat, Möhren, Rüben usw. So ist es nicht verwunderlich, daß die Raupe, wenn keine andere Nahrung mehr zur Verfügung steht, auch in forstlichen Kulturen schädlich wird. Einen derartigen Fall, in dem eine Kiefernsaat fast völlig vernichtet

wurde, berichtet Altum (F. II. 140), durch den die Gamma-Eule in die Forstentomologie eingeführt wurde.

Falter (Abb. 607 A u. B): Brust lang behaart, graubraun und weißrötlich gemischt. Hinterleib mit kürzerer Behaarung. Vorderflügel graubraun und veilrötlich gemischt. Die Wurzel, die Umgebung der Vorderhälfte des hinteren Querstreifens, der Saum und ein großer Fleck am Afterwinkel am hellsten; häufig ein goldiger Schimmer über die Fläche verbreitet. Die beiden Querstreifen doppelt, innen heller ausgefüllt, fast parallel, die Wellenlinie stark gezackt, hell, wurzelwärts breit dunkel angelegt. Die hell umrandete Nierenmakel nur undeutlich saumwärts dunkel angelegt. In der Mitte des Mittelfeldes die hellgelblich silberne Zeichnung in Form eines liegenden griechischen Gammas oder lateinischen Ypsilons. Daher die Namen. Der gewellte Saum und die Fransen mit dunklen, gebrochene Linien bildenden Monden gezeichnet. Hinterflügel gelblich grau mit goldigem Schimmer, Saumhälfte viel dunkler. Fransen weißlich, an der Spitzenhälfte mit dunklen Monden. Spannweite 30—40 mm.

Im übrigen ist die Färbung und Zeichnung sehr variabel, was zur Aufstellung einer Reihe von Aberrationen geführt hat: *ab. pallida* Tutt (Grundfarbe heller, Zeichnung stärker kontrastierend hervortretend); *ab. rufescens* Tutt (die rostbraune Färbung auf den Vorderflügeln tritt stärker hervor); *ab. nigricans* Spuler (stärkeres Hervortreten der schwarzen und Reduktion der rostbraunen Färbung); *ab. purpurissa* Waer. (die dunkelbraune Grundfarbe mit einer mehr oder weniger gleichen Beimischung der schwarzen und rostbraunen Zusatzfarbe der Vorderflügel besitzt eine veilchenblaue Schattierung besonders längs der Wellenlinie) und *ab. comma* Ostr. (an Stelle des γ steht ein einheitliches, recht dickes Stäbchen, das mit einem Ende dem äußeren Flügelsaum zugekehrt ist).

Raupe (Taf. XIII, Fig. 16): Durch Verkümmern der beiden ersten Bauchfußpaare nur 12 füßig (Abb. 607 C). Die Raupe ist mit Härchen besetzt, die entweder einzeln oder paarweise auf kleinen Höckern (tubercula) sich befinden. Die Zahl dieser Höcker vermehrt sich nach der ersten Häutung und bleibt dann konstant. Normalerweise häutet sich die Raupe 4—5 mal; jedes Stadium besitzt eine charakteristi-



Abb. 607. *Plusia gamma* L., A gespannt, B sitzend, C Raupe („spannend“). Nach Mokrzecki.

schen Merkmale, nach denen sie unterschieden werden können. Diese Verschiedenheiten machen sich bemerkbar in stufenweiser Reduktion der Färbung der Höcker und in der Vergrößerung der Anzahl der Längsstreifen. Die ausgewachsene Raupe besitzt einen kleinen Kopf, der vordere Körperabschnitt ist schmäler und abgeplatteter als der hintere, welcher walzenförmig sich verbreitert. Kopf wie die übrige Raupe grün, zu beiden Seiten mit schwarzen Streifen, außerdem 2 braune, stäbchenförmige Flecken zu beiden Seiten der Stirn. Leib grün oder bläulich mit feinen, weißen oder gelben Längslinien, über den Füßen ein schmaler, gelblicher Längsstreifen. Die haartragenden Höcker (Wärzchen) an der Basis weiß geringt. Länge 3—4 cm.

Puppe in einem zuweilen doppelten Gespinst, völlig schwarz oder auf der Dorsalseite rötlich schwarz. Flügelscheide konvex, Rüsselscheide länger als diese und am Ende frei von der Puppe abstehend. Kremaster mit einem stärkeren, ankerförmigen Doppelhäkchen und außerdem mit 3 Paar kleineren Haken versehen (Abb. 608). Geschlechtshöcker bei der männlichen Puppe auf dem 9., bei der weiblichen auf dem 8. Abdominalsternit.

Eier halbkugelig, gelblich hellgrün (vor dem Ausschlüpfen scheint der hellblaue Körper der Raupe mit dem schwarz gefärbten Kopf unter der Micropyle durch), gerippt. Zwischen den 35—37 strahlenförmig angeordneten Rippen befinden sich konkave Alveolen, die durch Querrippen geteilt sind.

Die geographische Verbreitung der Gamma-Eule ist ungemein groß und erstreckt sich von Nordamerika und Grönland durch ganz Europa bis Japan und Kaschmir, südwärts bis Abessinien und vielleicht sogar Neuholland. In den Gebirgen Europas kommt sie bis fast 2000 m Höhe vor.

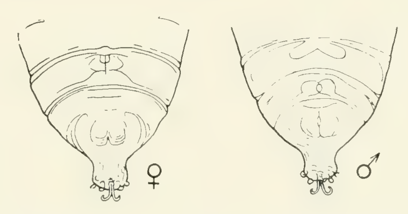


Abb. 608. *Plusia gamma* L. Hinterende der weiblichen und männlichen Puppe mit auffallendem Kremaster. Nach Ostreykowna.

Bionomie und forstliche Bedeutung. Die Gamma-Eule fliegt von April bis November zu jeder Tageszeit auf freiem Gelände lebhaft umher, mit ihrem langen Rüssel Blütensaft saugend. Das Weibchen legt seine Eier einzeln an die Blattunterseite verschiedener niederer Gewächse. Die Zahl der Eier ist sehr groß, Ostreykowna (1924) erzielte annähernd 1000 Stück von 1 befruchteten Weibchen. Die Dauer der Eiablage beträgt bis 22 Tage, die Lebensdauer des Falters 30—44 Tage und wohl noch mehr (Ostreykowna l. c.). Nach etwa 14 Tagen kriechen die Raupen aus, die man fast das ganze Jahr über, am häufigsten aber im Sommer an den verschiedensten Kräutern findet. Sie fressen frei an den Pflanzen, lassen sich aber bei Beunruhigung fallen und ringeln sich zusammen. Ist ein Feld kahlgefressen, so wandern sie in Massen auf ein benachbartes. Nach 4 Wochen verpuppen sie sich an der Unterseite eines Blattes oder an einem Stengel. Nach 12—14 Tagen schlüpft der Falter aus, so daß eine Generation im günstigsten Fall in 6 Wochen beendet sein kann. Es folgen sich daher mehrere Generationen im Jahr und es können alle Entwicklungsstadien zur Überwinterung gelangen. In kälteren Gegenden kommt es wohl nur zu einer Generation (mit Überwinterung des Falters).

Infolge der großen Polyphagie der Raupe sind die Schäden im allgemeinen nicht allzu groß; in den Perioden der Massenvermehrung aber können sie der Landwirtschaft sehr große Verluste bringen. Als besonders schlimme Gamma-Eulen-Jahre sind bekannt 1828 (Ostpreußen), 1829 (Holland — in der Provinz Groningen allein $^1/_2$ Million Mark Schaden), 1831 (Bayern), 1868 (Prov. Sachsen), 1871 (Deutschland, Österreich), 1879 (Westpreußen), 1900 (England), 1922 (Nord- und Mittelrußland, Polen) und 1928 (Mitteldeutschland, s. Müller K. R., 1928 und Pape, 1928). Klimatische Faktoren dürften wohl wesentlich an dem Entstehen der Gradationen beteiligt sein. „Kälte, kurze Sommer sind der Entwicklung nachteilig, lange,

warme Sommer fördern sie; sonst liebt die Gamma-Eule eher etwas mehr als zu wenig Feuchtigkeit."

Forstlich trat sie in dem schlimmen Gamma-Eulenjahr 1871 als Schädling in Kiefernsaaten in Waice (Posen) auf, worüber Altum (1. c.) sich folgendes berichten ließ: „In der 15 ha großen diesjährigen Kiefernstreifensaat des Jagens 76 der hiesigen Revierabteilung hatten sich im Laufe des vorigen Monats auf den dort sehr zahlreich verbreiteten Wucherblumen grüne Raupen eingefunden. Da dieselben forstlich unschädlich schienen, so blieben sie unbeachtet. Nachdem sie indessen das Unkraut gänzlich kahlgefressen, fielen sie in großen Massen über die jungen Kiefernpflanzen her. Die meisten Pflänzchen sind bis auf die Wurzel gefressen und bereits tot. Eine kleinere Anzahl, welche weniger gelitten hat, wird sich unzweifelhaft wieder erholen. Der Fraß an den jungen Kiefern fing am 10. August an und dauerte bis incl. den 13. Die Raupen verhungerten alsdann aus Futtermangel . . . . ." Es handelt sich also hier nur um einen Notfraß von Raupen, die auf anderen Pflanzen geboren, nach deren Vernichtung vom Hunger getrieben die zunächst befindlichen Kiefernpflänzchen aufsuchten.

Die Gradationen sind meist nur von kurzer Dauer und brechen gewöhnlich schon im 2. Jahr zusammen, vor allem an der Polyederkrankheit, über die Mokrzecki (1923) und Ostreykowna (1924) eingehende Mitteilungen machen (nach Ostreykowna treten dabei 2 verschiedene Typen von Polyedern auf), und sodann durch die zahlreichen Parasiten, sowohl Tachinen (Baer gibt 10 verschiedene Arten an) als auch Schlupfwespen. Von letzteren sind bis heute etwa 1 Dutzend aus der Gamma-Eule gezogen, unter denen vor allem die Braconiden-Gattungen *Apanteles, Microplitis* und *Rhogas* und die Chalcididen-Gattungen *Oophthora, Litomastix* und *Pteromalus* neben verschiedenen Ichneumoninen zu nennen sind.

Bekämpfung. Zur Verhinderung der Überwanderung der Gamma-Eulenraupe auf Kulturen, wie sie eben geschildert wurde, empfiehlt Altum (l. c.) Fanggräben. Ein Bespritzen der Kulturen und der angrenzenden von den Raupen bereits befallenen Unkrautflächen mit Giftbrühen (Arsen, Chlorbarium) dürfte einfacher und erfolgreicher sein. Über Ködern der Falter siehe oben S. 779.

Der Vollständigkeit halber seien noch die beiden „Moderholz"-Eulen angeführt:

Calocampa vetusta Hb. und exoleta L. (Taf. X, Fig. 19) wurden von Ratzeburg (W. II, 405) deshalb in die Forstentomologie eingeführt, weil sie „von Lärchen gezogen wurden".

Die beiden „Moderholzeulen" sind nach den „Ordensbändern" wohl die größten einheimischen Formen. Sie haben bis 6 cm Spannweite, einen scharfen Haarkiel auf dem Halskragen und schmale, zugespitzte Vorderflügel von heller Holzfarbe. Bei *C. exoleta* ist die vordere Längshälfte derselben dunkler gemischt mit deutlicher Ring- und Zapfenmakel, und die Brust sowie die Oberseite der hinteren Leibeshälfte dunkel gefärbt, während bei *vetusta* die Ringmakel undeutlich wird, und die hintere Längshälfte der Vorderflügel, sowie die Brust dunkelbraun erscheinen. Die Hinterflügel sind bei beiden gelbgrau.

Sie gehören zu den wenigen als Falter überwinternden Eulen, die im ersten Frühjahr um die Weidenkätzchen fliegen. Ihre großen Raupen (Taf. XIII, Fig. 14) sind 16füßig, walzig, von grüner Grundfarbe. Die von *exoleta* hat einen braunen Kopf, drei gelbe Längsstreifen auf dem Rücken, zwischen diesen jederseits auf

jedem Ringe drei weiße Punkte und einen gelben, oberwärts braun gesäumten Längsstreif durch die Luftlöcher. Die von *vetusta* ist grünköpfig, mit zwei gelben Längsstreifen und einem roten, weiß gesäumten Luftlochstreifen; über diesem auf jedem Ringe drei weiße, schwarz geringte Punkte und über dem gelben Längsstreifen, jederseits von der Rückenmitte zwei weiße, schwarzgeringte, schwarz verbundene Flecke. Die Raupen finden sich im Frühling und Vorsommer und verpuppen sich in einer Erdhöhle. Merkwürdig ist, daß namentlich *exoleta* sich gern von nadelähnlichen Blättern, z. B. denen von *Asparagus* L. und *Euphorbia* L. nährt, die eine gewisse Ähnlichkeit mit Lärchennadeln haben (Nitsche). Ein forstlicher Schaden durch die beiden Raupen ist bis jetzt noch nicht beobachtet.

Literatur über die Eulen II.

Eulen an Laubholz und Kulturen.

Altum, 1875, Die Kiefernsaateule, *Noctua valligera* W. V. Z. f. F. u. J. VII. S. 114 bis 126.

—, 1878, *Agrotis tritici* (Getreideeule), eine neue Kiefernsaateule. Ebenda IX. S. 19 bis 24.

—, 1881, Die Raupen der *Noctua (Agrotis) segetum* in Saat- und Pflanzkämpen. Ebenda XIII. S. 603—604.

—, 1882 a, Die Feinde des Buchenaufschlages. Ebenda XIV. S. 547.

—, 1882 b, Neue Erfahrungen an schädlichen Weideninsekten. Ebenda. S. 603—610.

Anonym, 1871, Über *Noctua valligera*. Jahrb. Schles. Forstv. S. 58—61.

—, 1879, Schäden an Sämlingen in Baumschulen. Ctrbl f. d. ges. Fw. V. S. 510—511.

Cohn, F., 1870, Über eine neue Pilzkrankheit der Erdraupen. Beitrag z. Biologie d. Pflanzen. 1. H. S. 58 ff.

Eckstein, K., 1896, Die Lebensweise der Kiefernsaateule, *Noctua vestigialis* Rott. *(Agrotis valligera* Hbn.). Z. f. F. u. J. 203—211.

Fahringer, J., 1922, Beiträge zur Kenntnis der Lebensweise einiger Schmarotzerwespen usw. — Z. f. ang. Entom. VIII. S. 325—388.

Fulmek, L., 1916, Erdraupen im Weingarten. — Mitt. Pflanzenschutzstation Wien.

Gillmer, M., 1908, Zur Naturgeschichte der *Gortyna ochracea* Hb. Entomologisches Jahrbuch. S. 114—115.

Hein, 1904, Das braune Ordensband *(Pseudophia lunaris* Schiff.). Allg. F. u. J. S. 422.

Henschel, G., 1888, Entomologische Notizen. — Ctrbl. f. d. ges. Fw. XIV. S. 485 bis 486.

Herold, W., 1919, Zur Kenntnis von *Agrotis segetum* Schiff. (Saateule). — Z. f. ang. Entom. Bd. V. S. 47—60.

—, 1920, Dasselbe II. Teil. Die herangewachsene Raupe. Ebenda VI. 302—329.

—, 1923, Dasselbe III. Teil. Krankheiten und Feinde. Ebenda IX. 306—331.

Hoffmann, 1876, *Phalaena noctua valligera*. — Verh. Pommersch. Forstv. S. 16 u. 26—29.

Kossobuzkij, M. J., 1928, Die Wintersaateule *(Euxoa segetum* Schiff.) in der Kasanschen Republik. Ishewsk 1928.

Kleine, R., 1920, Die Wintersaateule, *Agrotis segetum* Schiff. und ihre Bedeutung als landwirtschaftlicher Schädling. Z. f. ang. Entom. VI. Bd. S. 247—269.

Kujawa, von, 1873, Über *Noctua valligera*. Jahrb. Schles. Forstv. S. 51—60.

Lederer, J., 1857, Die Noctuinen Europas. XV u. 251 S. mit 4 Taf. Wien.

Minkiewiez, S., 1925, The appearence of *Plusia gamma* L. in the district of Wilno in 1922. — Choroby i sgkodn. roslin Nr. 3.

Mokrzecki, Z., 1923, Biologisches über *Phytometra gamma* L. — Polskiego Pisma Entom. (Bull. entom. Pologne). I. II. Z. 3.

Müller u. Molz, 1919, Beobachtungen über das Auftreten der Erdraupen der

Saateule (*Agrotis segetum* Schiff.) im Jahre 1917. — Z. f. ang. Entom. V. Bd. S. 43—46.

Müller, K. R., 1928, Zum Massenauftreten der Gammaeule in der Provinz Sachsen im Juli 1928. — Landw. Wochenschr. f. d. Pr. Sachsen.

Ostreykowna, Marja, 1923, *Plusia gamma* L. *ab. comma ab. nov.* — Soc. des Sciences et d. Lettres des Vilno. Bd. I. Nr. 3.

—, 1924, Materialien zur Morphologie und Biologie von *Plusia gamma* L. Ebenda Bd. II. Nr. 6.

Pape, H., 1928, Zum Fraß der Gammaeulenraupe auf Kartoffelschlägen. Nachr. Dtsch. Pflanzenschutz.

Pospielow, W., 1914, Versuche zur künstlichen Infizierung der Wintersaateule (*Agr. segetum* Schiff.) mit parasitischen Hymenopteren. Z. f. wiss. Insektb. X.

Ratzeburg, 1847, *Phalaena Noctua valligera* Fabr., ein neues schädliches Forstinsekt, entdeckt vom Städt. Oberförster Hagn in Liegnitz. Pfeils Kr.-Bl. XXXIII. S. 260—265.

—, 1853, Die Saateule (*Phal. Noctua valligera*). Ebenda. S. 227.

Ritzema-Bos, J., 1894, Kurze Mitteilungen über Pflanzenkrankheiten und Beschädigungen in den Niederlanden in den Jahren 1892 und 1893. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. S. 218.

Silvestri, F., 1911, Contribuzioni alla conoscenza degli insetti dannosi. II. *Plusia gamma* L. Portici.

Tullgreen, Alb., 1913, Sädesbroddflyet (*Agrotis segetum* Schiff.) och nagra andra economiskt viktiga Jordflyen. — Meddel. Nr. 74. Centralanstalt för försoks. pa jordbruks. Ent. afdeln Nr. 14.

Wahl, Br., 1916, Bekämpfung der Erdraupen. Wien. landw. Zeit. Nr. 63.

Wilbrandt, 1903, Ein neuer Feind der Eichenkulturen. Allg. F. u. J. S. 11.

Woroniecka-Siemaszkowa, Jan., 1928, Observations on the pests of cultivated plants, performed in the surroundings of Pulawy and Lublin in 1928. Mém. Inst. Nat. Polon. d'Econ. Rus. à Pulawy. T. IX. Mém. Nr. 136. (Polnisch, mit engl. Resumé.)

Zimmermann, H., 1918 a, Lebensweise u. Bekämpfung der Erdraupe (*Agr. segetum*). Frühlings landw. Zeit. 67. Jhrg. 130—148.

—, 1918 b, Die Erdraupenplage. Mitt. d. D. L. Ges. Nr. 15, S. 214—216.

—, 1919, Über die Erdraupe der Wintersaateule (*Agr. segetum*). Arch. Ver. d. Freunde d. Naturgesch. in Meckl. S. 25—54.

Nachtrag.

Tortriciden.

Acalla hastiana L.

Falter: Eine der veränderlichsten Schmetterlingsarten nicht nur in Färbung und Zeichnung, sondern auch in Größe und Flügelschnitt (Kennel bildet in seinem Tortriciden-Werk nicht weniger als 30 verschiedene Formen ab). Der Typus hat auf den Vorderflügeln ein dunkleres oder wenigstens dunkler abgegrenztes Wurzelfeld und einen ebensolchen unscharf begrenzten, großen, dreieckigen Costalfleck, der sich aus dem Anfang einer Schrägbinde bei $^1/_3$ der Costa und den damit zusammengeflossenen verdunkelten Aderenden, welche in die Costa münden, zusammensetzt.

Raupe hellgrün mit braungelbem Kopf. Puppe schlank, schwarzbraun.

Die über fast ganz Europa (mit Ausnahme des Südens) bis Sibirien verbreitete Art ist in den letzten Jahren in Böhmen verschiedentlich als Weidenschädling aufgetreten, worüber Šámal[1]) einiges berichtet: Der Falter sitzt tagsüber meist ruhig an den Blättern oder Trieben und schwärmt erst gegen Abend, oft in großer Zahl. Die Eier werden einzeln an den jungen Trieben abgelegt, von einem Weibchen etwa 40—60 Stück. Die Raupen spinnen mehrere Blätter an den Triebspitzen zusammen und befressen die Innenseite der jüngsten Blätter. Die Verpuppung findet in dem Blattgespinst statt, wo auch die Puppe überwintert.

Als Parasit wurde ein Proctotrupide beobachtet, der 40—60% der Puppen der zweiten Generation getötet hat. Die überbleibenden genügten aber vollauf, um großen Schaden zu machen, der im Verkümmern und Absterben der Triebe bestand.

Zur Bekämpfung empfiehlt Šámal Bespritzen mit Arsenmitteln sogleich nach dem Schlüpfen der jungen Raupen. Später, wenn die Raupen im Schutze der Blattgespinste sind, hat das Spritzen keinen Zweck mehr.

Evetria buoliana Schiff.

Hier ist folgende Literatur nachzutragen:

Feytaud, J., Les ennemis du Pin. La Tordeuse de Buol (*Evetria buoliana* Schiff.). — Rev. Zool. Agr. et Appl., Bordeaux, XX, Nr. 8, p. 88—91.

Nach Feytaud ist *buoliana* in Frankreich einer der schlimmsten Kiefernschädlinge. Zur Vorbeugung werden Mischkulturen empfohlen. Zur Bekämpfung die Verbrennung der befallenen Triebe. Es werden ferner eine Reihe von Parasiten angegeben.

---

[1]) Šámal, J., *Acalla hastiana* a destroyer of osiers in Czechoslovakia. — 4th Int. Congr. Ent. Ithaka. 1928. p. 414—415. Tring 1929.

Jolyet, A., 1918, The Use of Bats in the Control of Insects especially Tortricidae, injourious to Pine Woods. Revue des Eaux et Forets. p. 121—216.

Schlägt vor, gegen die Triebwickler Schlaf- und Brutplätze für Fledermäuse in der Nähe von Kiefernkulturen anzulegen.

Smits van Burgst, C. A. L., 1919, Sluipwespen, gekweekt uit de Dennenlotrups (*Evetria buoliana* Schiff.). Tijdschr. Ent. The Hague p. 143—146.

Im Literaturverzeichnis (s. oben S. 381) ist wohl der Autor, aber nicht der Titel der Arbeit angegeben. Außerdem ist anstatt 1919 irrtümlicherweise 1918 angeführt.

Semasia diniana Gn.

Über die große böhmische Kalamität (s. oben S. 327) sind in neuerer Zeit noch zwei Arbeiten[1]) erschienen: Komárek berichtet, daß die Raupe sich nicht mehr mit Abnagen der Nadeln begnügte, sondern sich nach Art der *buoliana*-Raupe in die jungen Maitriebe einbohrte und sie aushöhlte. Es entstand ein Markfraß, der das Absterben des ganzen Triebes und Deformation des Terminalästchens zur Folge hatte.

„Erst jetzt, also nach 5 Jahren, zeigten sich die schweren Folgen des Wicklerfraßes für die Fichten. Man rechnete stets damit, daß das Kahlfressen der Maitriebe unmöglich die älteren Fichten irgendwie ernstlich beschädigen könne. Das Jahr 1928 brachte leider eine traurige Enttäuschung. Die alten Bäume, denen seit 5 Jahren alle frischen Nadeln gleich im Frühjahr weggefressen wurden, haben schließlich auch die ganze alte Benadelung verloren und standen nun fast kahl da. Sie müßten auf mehreren hundert Hektar abgeholzt werden. Besonders gelitten haben Exemplare mit schütterer oder schwach entwickelter Krone.

„Obwohl der Verlust der Maitriebe bei einem alten Fichtenbaum nur als kleinfügige Beschädigung angesehen werden könnte, erscheint nach mehrjähriger Wiederholung im Gegensatz eine alte Fichte viel empfindlicher zu sein als jüngere oder gar ganz junge Bestände.

„Die letzteren haben es bis jetzt ziemlich gut vertragen, natürlich mit Einbuße des Zuwachses. Hier schadet vielmehr der Markfraß in den Triebspitzen, der besonders in der Terminalspitze eine Deformation und Verlust des Höhenzuwachses zur Folge hat.

„Hochinteressant ist es, daß auf dem ganzen verseuchten Gebiet, das mehrere Tausend Hektar Waldfläche umfaßt, die angebliche Mutterpflanze — die Lärche — vollständig verschont geblieben ist."

Auch A. Pfeffer stellte diese Vorliebe für Fichten fest, wenn auch in einem der vielen befallenen Forstreviere junge Lärchen und auf dem Torfmoor auch die Sumpfkiefer etwas angefressen wurden.

„Der ursprüngliche Brennpunkt des böhmischen Kalamitätsgebietes liegt nach Pfeffer nördlich vom Keilberg in einer Höhe von etwa 900 m. Der Boden ist ziemlich arm, geologisch gehört er zu den Schiefern und zeigt schlechte Bonität. Der dort wachsende, etwa 100 jährige Fichtenbestand mit einzelnen beigemischten Vogelbeerbäumen, ist ziemlich licht und von Schneebruch in den Baumkronen beschädigt. Von da verbreitet sich der Wickler-

---

[1]) Komárek, J., Der Lärchenwickler *(Grapholita diniana)* als Fichtenvernichter. — Verhandl. Intern. Kongreß Forstl. Versuchsanst. Stockholm, 1929. Pfeffer, Ant., Zavijec modrinovy *Enarmonia (Epinotia, Steganoptycha) diniana* Gn. (*pinicolana* Z.). — Lesn. prace, roc. IX (1930).

fraß auf alle Seiten, hauptsächlich nach Norden und Nordosten. Zuerst wurden die alten (100 jährigen) Fichten befallen, später konnten wir den Fraß auf allen Altersklassen beobachten."

Die oft beobachtete Ungleichheit im Fraße an den einzelnen Bäumen ist durch die zeitliche Verschiedenheit im Austreiben der Knospen bedingt. Sehr früh treibende Fichten wurden fast ganz verschont, ebenso auch sehr spät treibende. „Meistens werden die höchsten Kronenpartien der alten Fichten beschädigt, während die unteren Teile immer verschont bleiben. Auf ganz jungen Fichten ist der Fraß bis zur 3. Häutung der Raupen kaum zu bemerken, da die jungen Raupen unter den Deckschuppen sitzen, wo sie eine kleine Höhlung ausfressen." „Die einzelnen Nadeln werden von der Spitze bis zur Basis benagt, oft wird auch der Trieb selbst befressen, so daß dieser sich dreht." Durch den sich alljährlich wiederholenden Fraß und durch den natürlichen Abfall der alten Nadeln werden die Kronen immer lichter, so daß der Wald ein ganz eigentümliches Aussehen erhält und der Boden sich rasch mit verschiedenem Gras usw. bedeckt.

Als Feinde wurden in Böhmen eine Reihe von Vögeln, Raubinsekten und Parasiten beobachtet. Von den Vögeln nennt Pfeffer Sperling und Ammer und außerdem große Schwärme von Finken, Staren und Kreuzschnäbeln, von Raubinsekten *Calosoma sycophanta* L., *Carabus nemoralis*, *Anatis ocellata* (Imago und Larve) und die Larven von verschiedenen Syrphiden.

An Parasiten führt Pfeffer an: Die Tachinen *Nemorilla maculosa* Meig. und *Lydella nigripes* Fall., und die Schlupfwespen: *Phaeogenes lascivus* Wesm., *ischiomelinus* Grav., *Microcryptus micropterus* Grav., *Pimpla examinator* F., *Triclistus pallidipes* Holmgr., *Bassus laetatorius* F., und *Nemeritis caudatula* Thoms.

Die meisten dieser Parasiten wurden ursprünglich hauptsächlich in den Raupen von *Argyroploce variegana* Hb. und *Pandemis ribeana* Hb., die in jenen Wäldern zwischen versponnenen Blättern von Vogelbeeren leben, festgestellt (und zwar bis zu 80% Parasitierung), erst später gingen sie auch auf die Lärchenwicklerraupen über.

Epidemiologisch spielte bei der böhmischen Kalamität das Klima zweifellos eine wesentliche Rolle. Die trockenen und warmen Sommermonate in den Jahren 1928 und 1929 haben die Vermehrung außerordentlich begünstigt. Die abnorm warmen Monate Mai und Juni 1930 waren ebenfalls noch sehr günstig für die Raupenentwicklung. Die sehr kalten und nassen Monate Juli und August waren dagegen sehr ungünstig für die Puppenentwicklung wie für die Eiablage, so daß mit einem Abflauen der Gradation im Jahr 1931 zu rechnen ist.

Bekämpfungsversuche mit Esturmit (40—45 kg pro ha) hatten guten Erfolg; es dürfte der einzige Weg sein, dem Schädling wirksam entgegenzutreten.

Pyraliden.

Salebria marmorata Alph. und **Etiella zinckenella Tr.**

Die beiden Zünsler *Salebria marmorata* Alph. und *Etiella zinckenella* Tr. werden verschiedentlich als Schädlinge an Akazie bzw. Robinien genannt. Nach Kiß (Erdeszeti Lapok. 1901. p. 522—529, siehe Ecksteins Jahres-

bericht f. 1901, S. 97) hat *Etiella zinckenella* in den 22 000 Joch großen Akazienbeständen bei Scegedin im Jahre 1895 nicht weniger als 95% der Samen zerstört. Als Parasit wurde der Braconide *Phanerotoma dentata* Pz. gezogen, welcher in den folgenden Jahren 79% der Schädlinge tötete.

Nach N. Sakharov (Report of the Entomological Department for the years 1910—1925. Trans. Saratov Agr. Exp. Stat. 1925) kommen die beiden Arten in Rußland als wichtige Akazienschädlinge vor. Eingehende Beobachtungen über die Lebensweise der beiden Zünsler teilt O. Pilyugina mit (s. Rev. of appl. Ent. XIV, p. 29 und XVII, p. 149).

Autorenregister.

T.

U.

V.

W.

Sachregister.

Die kleingeschriebenen Wörter bedeuten Artnamen, die hinter diesen Namen stehenden Buchstaben die Gattungen. Die mit * bezeichneten Seitenzahlen beziehen sich auf Abbildungen. Fettgedruckte Zahlen weisen auf die hauptsächliche Behandlung hin.

B.

C.

G.

H.

I.

J.

K.

Qu.

R.

S.

U.

V.